1re ANNÉE N° 23 15 DÉCEMBRE 1890

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

L'HYDRODYNAMIQUE MODERNE

ET L'HYPOTHÈSE DES ACTIONS A DISTANCE

Cauchy, en 1815, et Poisson, en 1831, ont ouvert à l'Hydrodynamique deux voies nouvelles : Cauchy, en montrant dans son mémoire *sur la Théorie des Ondes*[1], le parti que l'on peut tirer en Hydrodynamique, de ces grandeurs qu'il a introduites dans la science sous le nom de *rotations moyennes* et qu'on appelle aujourd'hui plus généralement des *rotations moléculaires* ou *tourbillons* (*Wirbel* en Allemagne, *Vortices* en Angleterre) ; Poisson, en posant et résolvant, dans le cas de la sphère, le beau problème du mouvement d'un corps solide dans un fluide.

Green, en 1833, l'a résolu pour l'ellipsoïde, dans le cas d'une simple translation.

Mais ces questions étaient sans doute trop en avance sur leur époque ; car elles sont restées sans suite pendant plus d'un quart de siècle.

I

1. Les admirables propriétés des tourbillons n'ont été découvertes qu'en 1858 par Helmholtz, bien qu'elles n'expriment pas autre chose que les intégrales intermédiaires des équations de l'Hydrodynamique de Lagrange, découvertes par Cauchy dans le mémoire précité, et qu'à ce point de vue, on en puisse dire ce que Jacobi a dit d'un célèbre théorème de Poisson, à savoir : que pendant quarante ans, ces propriétés sont restées à la fois découvertes et cachées.

Quant au problème du mouvement d'un corps solide dans un fluide, il a été repris en 1852 par Dirichlet, en 1856 par Clebsch qui l'a résolu pour l'ellipsoïde dans le cas général, puis par Kirchhoff et d'autres géomètres.

Il peut être envisagé à deux points de vue différents. On peut supposer qu'on imprime à un corps plongé dans un fluide un mouvement donné et chercher quel sera le mouvement correspondant du fluide. Si celui-ci est incompressible, la question ne comporte que des conditions d'ordre cinématique. Il ne devient mécanique que si l'on veut ensuite se rendre compte de la pression ou résistance que le corps éprouve de la part du fluide, ce qui est facile.

On peut, au contraire, supposer le corps lancé dans le milieu et abandonné ensuite à lui-même, et chercher le mouvement qui en résultera pour l'ensemble du système matériel formé par le corps et le fluide. Le problème devient alors dynamique.

2. Les méthodes suivies pour la mise en équation du problème s'étendent aisément au cas de deux ou plusieurs corps mobiles dans un même milieu, ce qui a naturellement attiré l'attention des géomètres sur la différence entre les mouvements que prend chaque corps, dans des circonstances données, suivant qu'il est lancé seul dans le milieu, ou que d'autres corps y sont lancés dans son voisinage.

[1] Ce Mémoire, qui a remporté le prix d'Analyse mathématique de l'Académie des Sciences en 1815, n'a été publié au Recueil des savants étrangers qu'en 1827.

Cette différence, à supposer que le phénomène se passe dans un milieu non perceptible à nos sens, ne pourrait s'expliquer qu'en admettant l'hypothèse d'une *action à distance* entre les corps. C'est ainsi qu'est née cette hypothèse.

Sans doute, ni Newton ni ses successeurs n'ont entendu attribuer à la matière la vertu d'attirer, à distance, une autre matière. On sous-entend qu'il peut bien ou qu'il doit exister un milieu produisant ou transmettant l'action ; mais on dit que tout se passe comme si, le milieu n'existant pas, la vertu attractive appartenait réellement à la matière. Mais *tout* ne peut certainement pas se passer ainsi. Tout au plus *certains phénomènes* le pourront-ils d'une façon plus ou moins approchée. De ce nombre sont les phénomènes célestes. Pour eux, l'expérience le prouve, l'approximation obtenue en substituant l'attraction newtonienne à l'action du milieu est tellement grande que cette manière de procéder suffira peut-être toujours à les expliquer tous.

Mais il n'en est pas de même pour les phénomènes terrestres.

Là, l'hypothèse des actions à distance a reçu une première atteinte par le fait que la capacité d'un condensateur électrique dépend du diélectrique dont il est formé. On panse la blessure en admettant que le coefficient d'attraction dépend de ce diélectrique; mais ce moyen empirique ne la supprime pas. L'atteinte subsiste et prouve que, comme toutes les hypothèses, celle des actions à distance ne chemine avec la vérité que tant que celle-ci reste superficielle, mais s'en écarte dès qu'elle s'enfonce dans l'une des innombrables profondeurs où nous ne pouvons pas la suivre, faute d'une connaissance suffisante de la matière pondérable et du milieu qui remplit l'espace.

C'est donc un exercice d'un haut intérêt que celui qui a pour objet d'essayer de se rendre compte, sur le seul milieu bien défini que nous connaissions, — celui formé par un fluide parfait et incompressible, — comment la présence du milieu universel qu'on ne connaît pas encore, mais dont tout fait présumer l'existence, pourrait produire, par simple communication de mouvement, ce que nous appelons des actions à distance. Et c'est là sans doute une des raisons pour lesquelles tant de grands géomètres se sont occupés d'Hydrodynamique dans le dernier demi-siècle.

3. Si l'on voulait seulement, et cela même peut ne pas être sans utilité, se faire une idée plus ou moins grossière de la façon dont les transmissions d'actions pourraient se faire par un milieu, il serait aisé d'en imaginer beaucoup.

Supposons, par exemple, qu'entre Paris et Marseille on ait construit une suite ininterrompue de roues d'engrenages se commandant les unes les autres. Dès qu'on imprimera un petit mouvement à la première roue, celle de Paris, il se produira presque instantanément un mouvement correspondant dans la dernière.

On a donc là un moyen de transmettre, par communication matérielle, des signaux convenus ou dépêches aussi rapidement que par fil télégraphique.

Pourquoi, dans le fil, n'existerait-il pas un fluide dont, sous de certaines influences, les diverses particules, *tourbillonneraient* sur elles-mêmes, se transmettant leurs mouvements comme le feraient de petites roues d'engrenage?

On peut concevoir d'autres images qui, bien entendu, pas plus que la précédente, ne pourraient prétendre, de près ou de loin, à figurer la vérité.

W. Thomson a imaginé les atomes tourbillons (*Vortex-atoms*, *Ph. Mag.*, 1867). C'est, jusqu'à preuve expérimentale, un rêve, mais le rêve d'un homme de génie.

On voit, en tous cas, par ce qui précède, combien l'étude des tourbillons s'impose et comment les deux voies, en apparence si différentes, ouvertes par Cauchy et Poisson et reprises avec éclat par Helmholtz et Dirichlet, peuvent se rapprocher et se confondre.

C'est ce qui ressort très nettement d'un mémoire capital de W. Thomson : *On vortex motion*, où il a repris et développé les travaux d'Helmholtz, après leur avoir donné ce cachet personnel et nouveau que son génie imprime à toutes choses.

4. Avec lui un grand nombre de géomètres ou de physiciens anglais ou américains sont entrés dans la voie des recherches hydrodynamiques et pendant qu'ailleurs, Clebsch, Kirchhoff, C. Newmann, en Allemagne, Bjerkness en Norwège, Boltzmann à Vienne, Beltrami en Italie, etc., poursuivaient des recherches d'ordre plus ou moins général, les maîtres anglais, notamment le professeur Greenhill, lord Rayleigh, Hicks, Hoppe, Lamb, Basset, Hill, Darwin etc., remplissaient les recueils, des applications les plus variées et les plus propres à bien illustrer les théories générales.

Du reste, l'Hydrodynamique a toujours été en honneur en Angleterre. Dès sa fondation, l'Association britannique s'est fait présenter, par le professeur Challis, un rapport sur l'état de cette science. Un peu plus tard, en 1846, un rapport analogue lui a été présenté par Stokes.

Le troisième rapport sur cette matière date de 1881. Il est dû au professeur Hicks et contient l'histoire très circonstanciée des progrès d'ordre général accomplis depuis la rédaction du précédent rapport, c'est-à-dire depuis 1846.

Il est complété par un autre rapport relatif à l'histoire des travaux d'ordre particulier accomplis

pendant la même période; ce second rapport a été présenté à la session de 1882.

Pour compléter ces indications générales, je dois mentionner un travail historique très bien fait, publié en France, par M. Brillouin, dans un recueil d'un haut intérêt, quoiqu'en raison de son origine récente, il n'aie pas encore toute la notoriété qu'il mérite et qu'il acquerra : les *Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse*. Le travail de M. Brillouin se trouve dans le volume de 1885.

II. — HYDROCINÉMATIQUE

5. Les progrès accomplis en Hydrodynamique sont, les uns, — et ce ne sont pas les moins importants, — d'ordre purement cinématique, et les autres d'ordre mécanique.

La Cinématique des fluides, ou plus généralement la Cinématique des matières continues, a été, comme tant de branches de la science, fondée, de toutes pièces, par Cauchy.

Cauchy a montré que, par le seul fait de la continuité supposée à un fluide, de la continuité et de l'uniformité supposées aux vitesses de ses différents points, découlent, dans la répartition de ses vitesses autour de chaque point, des propriétés générales et rigoureuses de même nature que celles qu'enseigne la théorie de la courbure des surfaces.

Elles se classent en deux espèces : celles qui se rapportent à la *déformation* de chaque particule infiniment petite de fluide, et celles qui se rapportent à son mouvement absolu.

Si l'on considère, à un instant donné, tous les éléments linéaires fluides de longueurs infiniment petites, issues d'un point d'un fluide en mouvement, leurs vitesses de dilatations ainsi que les vitesses avec lesquelles varient les angles qu'ils font entre eux, s'expriment rigoureusement à l'aide d'une certaine fonction du second degré des cosinus de leurs directions, cette fonction du second degré jouant exactement le même rôle que l'indicatrice dans la théorie de la courbure des surfaces.

Il existe, à chaque instant et en chaque point d'un fluide en mouvement, trois directions rectangulaires et, en général, seulement trois, qui possèdent cette propriété : que les vitesses avec lesquelles varient les angles des éléments fluides placés suivant ces directions sont rigoureusement nulles ou, si l'on veut, que pendant un temps infiniment petit dt, le trièdre trirectangle que forment ces éléments reste trirectangle (aux infiniment petits près de l'ordre de dt^2).

Si, à présent, on envisage les rotations angulaires des éléments linéaires issus d'un point, il résulte de ce qui vient d'être dit que les trois arêtes et, par suite, les trois faces de ce petit trièdre trirectangle fluide, ont, à l'instant considéré, rigoureusement la même vitesse angulaire, comme si ce trièdre était solide.

De plus, il se trouve que deux éléments linéaires symétriques par rapport à l'une des faces de ce trièdre ont, *relativement au trièdre*, des vitesses égales et opposées ou, en moyenne, nulles.

Voilà pourquoi Cauchy a appelé la rotation du trièdre : *rotation moyenne* du fluide au point et à l'instant considérés [1].

On peut aussi donner de la rotation moyenne une définition mécanique : ce serait la rotation que prendrait une sphère fluide de rayon infiniment petit décrite autour du point considéré comme centre, si elle venait à être brusquement solidifiée.

C'est cette rotation qu'Helmholtz a appelée un tourbillon (*Wirbel*) ou une rotation moléculaire.

Ainsi, un mouvement non tourbillonnaire est celui où ces rotations sont nulles [2].

6. Un mouvement peut être tourbillonnaire dans une partie d'un fluide et non tourbillonnaire dans une autre, parce que le mouvement d'un fluide est continu si les composantes des vitesses sont des fonctions continues, alors même que leurs dérivées partielles premières et, par suite, les composantes des rotations moléculaires, présenteraient des discontinuités.

Les vitesses elles-mêmes peuvent en présenter, ainsi qu'on le dira plus loin.

7. Ces préliminaires posés, si l'on veut avoir une idée exacte des progrès accomplis sur ce point fondamental de l'Hydrocinématique, il faut remonter à Lagrange.

Lagrange, dans la Mécanique analytique, a longuement insisté sur un théorème qui, aujourd'hui, s'énoncerait ainsi : Si, en un point d'un fluide en mouvement, la rotation moyenne est nulle à un certain instant, elle est nulle toujours; ou, sous une forme moins rigoureuse, mais peut-être plus compréhensive : *une particule fluide qui ne tourne pas à un certain instant, ne tournera jamais.*

On sous-entend dans cet énoncé : 1° que les forces agissantes sont conservatives ou dérivent d'une fonction de forces ; 2° qu'il existe une rela-

[1] Si l'on désigne par ξ, η, ς, les composantes de cette rotation; par u, v, w, les composantes de la vitesse au même point, par x, y, z, les coordonnées de ce point à l'instant considéré, Cauchy a montré qu'on a simplement :

$$\left.\begin{aligned} 2\xi \quad & \frac{\partial w}{\partial y} - \frac{\partial}{\partial z} \\ 2\eta &= \frac{\partial u}{\partial z} - \frac{\partial w}{\partial x} \\ 2\varsigma &= \frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y} \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

[2] C'est-à-dire un mouvement tel que les composantes rectangulaires u, v, w, de la vitesse soient les dérivées partielles d'une même fonction de x, y, z, t, appelée fonction ou potentiel des vitesses.

tion entre la pression et la densité du fluide, conditions dynamiques généralement remplies, la première exactement, la seconde plus ou moins approximativement et qui, ensemble, se traduisent par cette condition cinématique que les accélérations dérivent d'une *fonction d'accélérations*.

8. La démonstration que Lagrange a donnée de ce théorème permettait de croire qu'il peut être sujet à d'innombrables exceptions. C'est encore à Cauchy que revient l'honneur de l'avoir établi d'une façon définitive,

Ce théorème est capital en ce que, parmi les éléments *purement cinématiques* d'un fluide en mouvement, il en fait découvrir un : à savoir la rotation moléculaire, qui est *indestructible* par les forces de la nature, par les forces conservatives qui agissent sur le fluide, aussi bien que par les pressions de celui-ci. Si la rotation n'existe pas, elle ne naîtra pas, et, si elle est née, elle subsistera. Elle ne peut naître ou s'éteindre que par des chocs brusques, par des forces impulsives.

Un être qui possède de telles propriétés ne saurait être sans importance dans la nature.

Du temps de Lagrange, on ne connaissait que la masse qui les possédât : depuis, Sadi Carnot et Robert Mayer ont découvert que l'énergie les possédait aussi. Mais qu'un être purement géométrique, purement cinématique les possède à son tour, cela est nouveau et inattendu. Est-ce le présage lointain de cette ère souvent prédite où les notions de force et de masse disparaîtront et où la Cinématique prendra la place de la Mécanique? En tous cas, on voit combien ce théorème de Lagrange est suggestif, et combien il était utile que Cauchy vînt en établir la certitude absolue.

Plus tard, en 1846, une autre démonstration en a été donnée par Stokes.

9. Mais ce n'est qu'en 1858 qu'il est sorti de l'ombre et presque de l'oubli, par le mémoire d'Helmholtz : *Uber integrale der Hydrodynamischen Gleichungen, welche den Wirbelbewegungen entsprechen.*

Concevons qu'à un instant donné, au sein d'un fluide animé d'un mouvement tourbillonnaire, on mène par chaque point du fluide une ligne tangente en tous ses points à la rotation moléculaire en ce point[1].

Nous appellerons ces lignes des *lignes tourbillonnaires* (*Wirbellinien*).

Si, par tous les points d'une courbe C on mène des lignes tourbillonnaires, on obtient une *surface tourbillonnaire* dont la courbe C est la directrice.

Si la directrice est une courbe fermée de dimensions infiniment petites, on obtient une surface tubulaire. Le fluide qu'elle renferme sera appelé un *tube* ou un *filet tourbillonnaire.*

Cela dit, Helmholtz a montré :

1° Que tout tube tourbillonnaire se compose perpétuellement des mêmes particules fluides;

2° Que l'intensité d'un tube tourbillonnaire, c'est-à-dire le produit de la section transversale en l'un de ses points par la rotation en ce point est constante dans toute l'étendue du tube.

De cette dernière propriété il résulte que les lignes tourbillonnaires ne peuvent pas s'arrêter à l'intérieur du fluide; qu'elles sont fermées ou se prolongent jusqu'à la surface ou jusqu'aux parois qui le limitent;

3° Que l'intensité d'un tube tourbillonnaire, déjà constante, à un instant donné, comme nous venons de le dire, dans toute la longueur du tube, reste aussi, pour ce tube, invariable avec le temps,

De ces propositions, la seconde est, en quelque sorte, de définition [1]; les autres sont établies comme le théorème de Lagrange, en admettant l'existence d'une fonction d'accélération.

10. On peut se demander si l'existence de cette fonction, qui est suffisante pour que les théorèmes 1° et 3° soient vrais, est aussi nécessaire.

Il est aisé d'établir, à cet égard, les propositions suivantes :

Convenons, pour un instant, d'appeler accélération rotatoire une ligne formée, avec les composantes de l'accélération d'un point d'un fluide, comme la rotation moléculaire l'est, en vertu des équations (1), avec les composantes de sa vitesse. Alors on a ces deux propositions :

a) Pour qu'un élément d'une ligne tourbillonnaire contienne toujours, pendant son mouvement, la même matière fluide, il faut et il suffit que la rotation moléculaire de cet élément coïncide en direction avec son accélération rotatoire ;

b). Pour que son intensité ne varie pas avec le temps, il faut et il suffit que ces deux lignes soient perpendiculaires;

c) Donc pour que les deux propriétés existent l'une et l'autre, il faut et il suffit que l'accélération rotatoire soit nulle, c'est-à-dire que les composantes de l'accélération soient les dérivées partielles d'une même fonction.

11. Ainsi, si cette dernière condition est remplie, ce que nous supposerons désormais, des lignes tourbillonnaires en nombre fini ou non, c'est-à-dire isolées ou continues placées dans un milieu fluide non tourbillonnaire, y conservent indé-

[1] Ces lignes sont définies par les équations différentielles :

$$\frac{dx}{\xi} = \frac{dy}{\eta} = \frac{dz}{\zeta}.$$

[1] Elle résulte de l'identité :

$$\frac{\partial \xi}{\partial x} + \frac{\partial \eta}{\partial y} + \frac{\partial \zeta}{\partial z} = 0.$$

finiment leur individualité et leurs intensités.

Elles nagent dans le fluide comme ferait un corps déformable.

Elles influent naturellement sur leurs mouvements réciproques et sur le mouvement du surplus du fluide.

Helmholtz a encore montré que si le fluide occupe l'espace illimité, chaque élément tourbillonnaire A produit en un point B placé à distance finie de lui, une vitesse égale en grandeur, direction et sens à l'action qu'un élément de courant électrique de même intensité que l'élément tourbillonnaire A exercerait sur un pôle magnétique placé en B.

Ces propriétés facilitent considérablement l'étude des lignes tourbillonnaires, surtout de celles qui sont isolées

Cependant la difficulté de les constituer de façon que les composantes de l'accélération soient réellement, comme on le suppose, des dérivées partielles, reste entière et, sauf pour les tourbillons isolés où elle est plus abordable, pourvu toutefois qu'on se contente d'une première approximation, elle est très grande.

M. Helmholtz a étudié des cas de tourbillons rectilignes et parallèles répondant à des mouvements plans d'un fluide incompressible.

Un seul tourbillon de cette nature reste sensiblement fixe.

S'il y en a deux, ils tournent uniformément autour de *leur centre de gravité* qui reste fixe, le centre de gravité étant obtenu en leur attribuant des masses égales à leurs intensités.

Si celles-ci sont égales et contraires, les deux tourbillons prennent une translation commune.

Kirchhoff a montré qu'on peut aussi résoudre le problème relatif à trois tourbillons.

Le professeur Greenhill, par une application des plus ingénieuses de la méthode des images, a résolu des problèmes relatifs à des tourbillons rectilignes dans des milieux non plus illimités en tous sens, à savoir : 1° dans un milieu limité par deux parois formant un angle qui soit une partie aliquote de la circonférence; 2° dans un milieu contenu entre parois rectangulaires.

Dans le premier cas, la formule de Cotes fournit une solution finie extrêmement élégante.

Dans le second, la solution est fournie par les fonctions de Jacobi.

Comme tourbillons rectilignes en nombre illimité, Kirchhoff a étudié le cas d'un cylindre tourbillonnaire elliptique. Sa surface libre tourne uniformément autour de son axe pendant que les points intérieurs décrivent des ellipses homothétiques à la section droite de cette surface, en obéissant à la loi des aires. Cette définition plus simple que celle de Kirchhoff est due à M. Brillouin.

12. Helmholtz a également étudié le cas d'un tourbillon circulaire unique dans un fluide qui se meut symétriquement autour de l'axe de la circonférence du tourbillon.

Un tel tourbillon ne modifie pas sensiblement son rayon, mais se meut avec une très grande vitesse parallèlement à l'axe.

On peut voir, presque sans calcul, en s'aidant des règles qui précèdent, que deux tourbillons circulaires de mêmes sens se meuvent dans le même sens, parallèlement à leur axe commun, celui d'arrière marchant plus vite et son rayon diminuant, celui d'avant marchant moins vite et son rayon croissant, de telle sorte qu'ils se dépassent alternativement en passant l'un dans l'autre.

Mais ces résultats ne constituent qu'une première approximation, et l'étude détaillée de ces tourbillons en forme de tore, soit au point de vue de leurs mouvements, soit au point de vue de leur stabilité, est extrêmement difficile et a donné lieu à d'importantes recherches dues notamment à W. Thomson, à J. J. Thomson et à Hicks.

13. Le mouvement tourbillonnaire le plus simple qu'on puisse imaginer est celui d'un liquide tournant uniformément autour d'un axe, ou, si l'on veut, en équilibre relatif par rapport à des axes animés d'un tel mouvement de rotation.

On serait ainsi amené, comme cas particulier de l'étude de ces mouvements, au problème des ellipsoïdes ou autres figures d'équilibre au sujet desquelles on doit de si beaux résultats à M. Poincaré.

On peut aussi généraliser la partie du problème relative aux surfaces ellipsoïdales en cherchant un mouvement ayant une surface libre de cette forme, cette surface tournant autour d'un axe pendant que les points intérieurs se meuvent relativement à elle. Il existe un mémoire très intéressant de Clebsch sur ce sujet.

III. — MOUVEMENT DE CORPS OU DE TOURBILLONS DANS UN FLUIDE NON TOURBILLONNAIRE.

14. Le problème du mouvement d'un ou plusieurs corps accompagnés ou non de *Vortices* ou tourbillons n'offre plus aujourd'hui de difficulté, au point de vue de la mise en équation; on peut y appliquer les méthodes générales de Lagrange et d'Hamilton; on peut aussi, surtout quand il s'agit d'un seul corps, employer les principes les plus élémentaires de la Dynamique des corps solides.

Mais l'intégration des équations obtenues est très difficile.

Les difficultés sont très différentes suivant qu'on se borne au point de vue cinématique dont j'ai parlé plus haut, ou qu'on veuille traiter le pro-

blème dynamique ; mais elles sont grandes dans les deux cas.

Le problème cinématique résolu, comme je l'ai dit ci-dessus, d'abord par Poisson en 1831 pour la sphère, puis par Green en 1833 pour l'ellipsoïde supposé animé seulement d'un mouvement de translation, l'a été par Clebsch, pour l'ellipsoïde libre et par Kirchhoff pour un corps de révolution.

Le cas de deux sphères conduit à un problème pareil à celui de l'équilibre électrique de deux sphères résolu par Poisson, dans un de ses plus beaux mémoires. Il a été étudié par Kirchhoff, Hicks, C. Newmann, Bjerkness, etc. Celui de deux cylindres circulaires l'a été par Hicks et Greenhill.

C. Newmann a abordé le problème de la sphère dans le cas où le milieu, au lieu d'être indéfini, en tous sens, est limité d'un côté par un plan.

Il serait difficile, sans entrer dans des calculs qui ne seraient pas ici à leur place, de donner une idée des méthodes employées dans ce problème.

Il est très différent suivant que les corps plongés sont pleins ou, au contraire, évidés comme un anneau ou un cylindre creux.

Dans le premier cas, l'espace occupé par le fluide est dit *simplement connexe*, c'est-à-dire tel que n'importe quelle paroi analogue à *un mur de refends plein*, le sépare en deux parties non communiquantes.

Dans le second, il est multiplement connexe.

Ainsi, l'espace ou volume limité par un tore est doublement connexe, parce qu'on peut y supposer *une* paroi pleine suivant une section méridienne, sans que cela empêche de se rendre en tous les points de l'espace.

L'espace extérieur à un tore est de même doublement connexe. Celui limité par deux tores est triplement connexe, parce qu'on peut concevoir *deux* parois sans supprimer les communications entre toutes les parties de l'espace.

Quand le fluide occupe un espace simplement connexe, il possède cette propriété remarquable que ses vitesses, à chaque instant, ne dépendent que de celles des corps qui y sont plongés à ce même instant, et non des mouvements antérieurs.

Cette propriété n'existe plus s'il occupe un espace à connexité multiple, et on conçoit que cela change la question du tout au tout.

La différence provient de ce que, dans un espace simplement connexe, le potentiel des vitesses est, comme les vitesses elles-mêmes, une fonction uniforme, c'est-à-dire ayant toujours la même valeur en chaque point, de quelque manière qu'on arrive en ce point. Dans le second, quoique les vitesses soient toujours supposées uniformes comme elles doivent l'être par nature, la fonction dont elles dérivent ne l'est plus nécessairement. Elle peut avoir deux ou plusieurs séries de valeurs en chaque point, suivant les chemins suivis pour y arriver.

La question du tore a été étudiée par W. Thomson qui, le premier, a bien mis en évidence la différence dont je viens de parler, par Kirchhoff, Boltzmann, Bjerckness, etc.

15. Les principaux résultats simples auxquels ont conduit ces recherches au point de vue des actions à distance, sont les suivants :

1° Deux sphères pulsantes exercent une action l'une sur l'autre, analogue à celle de deux sphères électrisées, sauf que les effets sont renversés : il y a attraction pour des pulsations concordantes, et répulsion pour des pulsations discordantes ;

2° Deux sphères dont les centres reçoivent des mouvements de va-et-vient exercent l'une sur l'autre des actions analogues à celles de deux petits aimants qui seraient dirigés suivant les lignes de leurs mouvements. Il y a également renversement du sens des actions relativement à ce qui se passe dans la nature.

3° Deux sphères animées de mouvements rectilignes et uniformes exercent des actions analogues ;

4° Deux cylindres allongés marchant avec des vitesses très différentes dans le même sens s'attirent également.

Kirchhoff a montré très simplement que deux anneaux de très petites sections mus dans un fluide incompressible exercent l'un sur l'autre exactement la même action que celle que donnerait la merveilleuse formule d'Ampère, s'ils étaient parcourus par des courants électriques.

Ce rapprochement avec les découvertes d'Ampère est bien remarquable.

Les actions entre sphères pulsantes ou oscillantes ont été vérifiées expérimentalement par M. Bjerkness. Ses appareils ont fonctionné à l'Exposition d'Electricité de 1881, ainsi qu'à l'Exposition universelle de 1889.

En ce qui touche celles des corps allongés, comme des cylindres, elles se vérifient très bien sur les bateaux et sont bien connues des mariniers.

Dans le cas d'un seul corps plongé dans un fluide, les résultats les plus simples obtenus sont les suivants :

1° Il existe toujours trois directions rectangulaires telles qu'un corps lancé sans rotation dans l'une d'elles, continuera à se mouvoir, dans le fluide, d'un simple mouvement de translation ;

2° Il y a des cas où le mouvement d'un corps lancé dans un fluide est hélicoïdal ou périodiquement hélicoïdal.

3° On peut étudier très complètement le mouvement d'une sphère pesante ou non, dans un fluide incompressible et avoir la valeur exacte de la ré-

sistance qu'elle éprouve. Elle se meut avec une accélération verticale $j = g \frac{1 + \varepsilon}{1 + \frac{1}{2}\varepsilon}$, ε étant la densité de la sphère rapportée à celle du fluide.

La résistance totale qu'elle éprouve est égale au poids du volume d'eau qu'elle déplace multiplié par le nombre $\frac{3}{2 + \varepsilon}$.

La répartition de cette pression sur les différents points de la sphère est aussi donnée par une formule simple.

4° Pour l'ellipsoïde, le problème se résout également. Les vitesses dérivent du potentiel d'une couche de matière comprise entre deux surfaces ellipsoïdales.

Il serait difficile, dans un article comme celui-ci, de préciser les méthodes suivies et d'indiquer un grand nombre d'autres résultats très intéressants, mais se prêtant moins bien à des énoncés en langage ordinaire,

IV. — ÉQUATIONS GÉNÉRALES DE L'HYDRODYNAMIQUE

16. En dehors des deux grandes questions dont je viens surtout de parler, d'autres études ont été faites, notamment sur les équations générales de l'Hydrodynamique, les mouvements discontinus, les mouvements infiniment petits, etc.

Les deux formes classiques des équations différentielles de l'Hydrodynamique sont connues sous les noms d'Euler et de Lagrange, quoique Euler les eût données les unes et les autres en 1755 et 1757 et que, d'autre part, les unes et les autres aussi aient été données plus tard par Lagrange dans la mécanique analytique.

Dans celles dites d'Euler on prend comme inconnues les composantes u, v, w, de la vitesse d'un point et la pression p du fluide en ce point, considérées comme fonctions du temps t et des coordonnées x, y, z du point auquel elles se rapportent.

Ces fonctions inconnues sont définies par un système de quatre équations à dérivées partielles du premier ordre et certaines conditions initiales et à la surface. (On admet qu'il est donné une relation entre la pression et la densité du fluide, si celui-ci n'est pas incompressible.)

Si l'on veut ensuite, ce qui, dans la pratique, n'est pas toujours nécessaire, avoir, en termes finis, les équations du mouvement, c'est-à-dire celles qui donnent la position de chaque point en fonction du temps et de sa position initiale, il faut encore intégrer un système de trois équations différentielles ordinaires [1].

Cette intégration est beaucoup facilitée par les théorèmes d'Helmholtz sur les tourbillons.

Dans les équations de Lagrange on prend directement pour inconnues, avec la pression, les coordonnés x, y, z de chaque point du fluide, considérées, aussi bien que la pression, comme fonctions du temps et de la position initiale du point. On a alors, entre les quatre fonctions inconnues x, y, z, p, quatre équations à dérivées partielles, dont l'une, celle dite de continuité, du premier ordre, les trois autres du second.

Déjà Cauchy, dans le mémoire plusieurs fois cité sur la théorie des ondes, a, d'un trait de plume, indiqué, dans le cas supposé où les composantes des accélérations sont des dérivées partielles, trois intégrales intermédiaires ou du premier ordre, des équations de Lagrange en en éliminant la pression. C'est à l'aide de ces intégrales que le grand géomètres a établi le théorème de Lagrange dont il a été parlé plus haut. Etudiées d'un peu plus près, on voit qu'elles contiennent les théorèmes d'Helmholtz sur les tourbillons. Ces théorèmes et les intégrales de Cauchy ne peuvent exprimer et n'expriment, en effet, qu'une seule et même chose. Mais cette chose, personne avant Helmholtz ne l'avait aperçue.

En 1868, Weber a fait un pas de plus que Cauchy : il a nettement remplacé les trois équations du second ordre de Lagrange par trois équations du premier ordre, sans éliminer la pression, mais en la remplaçant par une autre fonction inconnue, de sorte que l'on a, entre les coordonnées inconnues, x, y, z, et la nouvelle fonction inconnue tenant lieu de la pression, quatre équations à dérivées partielles, toutes du premier ordre comme dans les équations d'Euler. Et si l'on peut les intégrer, on a non seulement les vitesses, comme dans les équations d'Euler, mais aussi la position du fluide à chaque instant.

Si l'on élimine la pression ou la nouvelle fonction inconnue qui en tient lieu, on retrouve les équations de Cauchy.

17. Quand on veut résoudre ce problème d'Hydrocinématique : trouver les équations différentielles du mouvement tourbillonnaire le plus général possible, dans lequel les accélérations dérivent d'une fonction, il faut précisément éliminer la pression et, avec elles, se trouve éliminée la fonction des forces, laquelle, dans le problème ainsi posé, reste arbitraire. Or, soit qu'on fasse cette élimination à l'aide des équations d'Euler, ou à l'aide des équations de Lagrange, Cauchy ou Weber, on a toujours une équation de plus que le nombre des inconnues.

On a quatre équations, dont l'une est celle de continuité, tandis qu'on n'a plus que trois incon-

[1] Ces équations sont les suivantes :

$$\frac{dx}{dt} = u, \quad \frac{dy}{dt} = v, \quad \frac{dz}{dt} = w.$$

nues (composantes de vitesse ou coordonnées d'un point fluide) puisque la pression est éliminée.

Ces quatre équations sont compatibles ; mais un problème possible, où l'on a plus d'équations que d'inconnues, n'est pas réduit à ses termes les plus simples. Son degré de difficulté n'est précisé que quand on l'a réduit à un nombre d'équations égal à celui des inconnues.

Je ne connais qu'une forme d'équations de l'Hydrodynamique fournissant directement ce résultat dans la question qui nous occupe : ce sont celles que Clebsch a données dans un mémoire inséré au journal de Crelle en 1859, qui est la suite d'un autre travail non moins important, de 1857.

Ces mémoires de Clebsch qui se rapportent à des équations de même forme que celles de l'Hydrodynamique, mais à un nombre quelconque de variables, présentent d'ailleurs d'autres résultats dignes d'attention. Ils montrent notamment comment le principe de la moindre action peut s'appliquer aux fluides.

V. — MOUVEMENTS DISCONTINUS

18. Le mouvement d'un fluide peut se faire sans qu'il s'y produise des *failles*, même si les composantes des vitesses présentent des changements brusques, de part et d'autre de certaines surfaces tracées à l'intérieur du fluide et qu'on nomme des *surfaces de discontinuité*. Au point de vue cinématique, il suffit, pour cela, que les composantes des vitesses, *normales* aux surfaces de discontinuité soient continues, parce qu'alors les deux parties du fluide qui sont de part et d'autre de l'une de ces surfaces glissent l'une sur l'autre le long de cette surface, mais ne se séparent pas.

Au point de vue dynamique, la pression doit également varier avec continuité.

Helmholtz a donné le premier exemple d'un mouvement discontinu plan ou à deux dimensions.

Kirchhoff a précisé le procédé d'Helmholtz et a, plus tard, très ingénieusement rattaché le problème à résoudre à celui de la représentation conforme sur un plan; il a appliqué sa méthode à plusieurs exemples qui sont analogues, en principe, à l'écoulement par un orifice ou au mouvement d'une veine fluide qui vient rencontrer un obstacle.

Les conditions paraissent cependant assez éloignées de celles de la nature.

On trouve un exemple de mouvements discontinus non plans, dans l'étude d'une veine fluide dont les trajectoires sont normales à des ellipsoïdes homofocaux. Elle a été étudiée par Kirchhoff et surtout par Beltrami.

Tout récemment, M. Weingarten a traité le problème dans un cas très étendu de mouvements non plans et a rattaché la question à la théorie aujourd'hui si bien connue des surfaces minima. Il a montré qu'on obtient un mouvement permanent possible d'un fluide limité partiellement par des parois et partiellement par une surface libre, comme cela a lieu dans les écoulements par orifices, en cherchant une surface minima contenant une ligne asymptotique sphérique ou une telle surface circonscriptible à une sphère suivant une certaine ligne de contact.

Tous ces exemples ont un intérêt plutôt théorique.

M. Christoffel a publié, en 1877, dans les *Annales* de Brioschi, un mémoire sur les surfaces de discontinuité qui paraît susceptible d'applications plus réelles, ainsi qu'il ressort des notes du regretté capitaine Hugoniot (*Comptes rendus*, tomes CII et CIII) où il appliquait des considérations de même nature à l'expansion des gaz.

MOUVEMENTS INFINIMENT PETITS ; FLUIDES VISQUEUX

19. Il resterait à parler des mouvements infiniment petits et des fluides naturels ou visqueux. Mais ce sujet, qui m'eût permis de citer une partie des beaux travaux de mon confrère, M. Boussinesq, et du maître regretté, M. de Saint-Venant, ainsi que deux récentes et très intéressantes notes de M. Haton de la Goupillière sur le remplissage et la vidange d'un réservoir de gaz comprimé, auquel se rattachent la théorie du son, même à la rigueur celle de la lumière, en tous cas celle des ondes liquides avec la théorie des marées, est tellement vaste qu'il ne saurait trouver place dans cet article déjà trop long.

Maurice Lévy,
de l'Académie des Sciences.

LES MALADIES MICROBIENNES DES PLANTES

En dépit de la popularité que les Bactéries ou microbes se sont acquise comme agents des maladies de l'homme et des animaux, les faits de pathologie végétale attribués à leur intervention sont encore bien clairsemés. Je ne crois pas encourir un démenti en avançant que plus d'un botaniste de profession en soupçonne à peine l'existence.

Ce n'est pas que l'étude des maladies des plantes soit négligée. Ce n'est pas que les doctrines parasitaires, substituées à l'action de causes occultes ou d'influences banales, ne soient venues régénérer cette branche de la science, comme elles ont transformé la pathologie humaine. Mais, en pathologie végétale, l'action des microbes est certainement

reléguée au second plan par l'importance du parasitisme des Champignons proprement dits. L'étude des Champignons nuisibles aux cultures s'est imposée par l'évidence des dégâts, par la simplicité et la sûreté des méthodes de recherche.

Ne dirait-on pas que microbes et Champignons se sont partagé le monde vivant, les premiers étant les ennemis attitrés du règne animal, les seconds, ceux du règne végétal? Les médecins savent cependant qu'ils ont à compter avec certains *Mucor* et *Aspergillus*, sans parler de Cryptogames d'une nature plus équivoque. Et réciproquement, les maladies microbiennes des plantes, que nous allons passer en revue, sont loin d'être une quantité négligeable. D'après une récente observation de Cuboni et Garbini [1], le Diplocoque découvert par Pasteur dans la *Flacherie* des Vers à soie produirait des taches noires sur les feuilles du Mûrier. La maladie de la plante et celle de l'animal, causées par un agent commun, seraient transmissibles de l'un à l'autre. La possibilité de semblables migrations ouvre des horizons tout nouveaux à l'étiologie des maladies des animaux et peut-être des maladies humaines. Il est temps de familiariser les agronomes avec l'étude des microbes pathogènes. Et puis ce monde microscopique, si redoutable pour la vie humaine, mérite d'être envisagé sous toutes les formes de son activité. Tous les biologistes ont donc intérêt à suivre les microbes dans un milieu vivant si différent de celui dans lequel ils en observent d'habitude l'évolution.

Personne n'ignore le rôle des microbes dans la décomposition des plantes mortes. Si les organes vivants n'hébergent pas continuellement les infiniment petits, dont les germes, partout et toujours, sont prêts à pulluler dans les milieux propices, cela tient aux conditions mêmes de l'activité des cellules. La nature chimique du protoplasma se trouve sans cesse compliquée et modifiée par le fait de la nutrition. L'action d'un parasite semble même provoquer dans les tissus vivants une perturbation, dont le premier effet est de les rendre plus impropres à servir de support aux nouveaux venus.

Mais si nous considérons des organes plongés dans une sorte de léthargie, comme le sont les bulbes, les tubercules ou les graines, les conditions de la lutte seront complètement changées. Dans ces conditions, les tissus délicats sont encore protégés par des obstacles physiques, qui, malgré leur efficacité, sont parfois franchis par certaines Bactéries. De là résulte une première catégorie de maladies microbiennes, caractérisée par la pourriture d'organes de vie latente.

1 Voyez Acad. des Lincei du 6 juillet 1890, dans la *Revue* du 15 juillet 189', page 422.

I

M. Prillieux [1] a montré depuis longtemps que l'altération des grains de Blé connue sous le nom de *Blé rose* est produite par un *Micrococcus*.

M. Macé [2] suppose qu'il s'agit de *M. prodigiosus*. La pénétration s'effectue près de l'extrémité du sillon, au point où les enveloppes offrent la moindre épaisseur. Les grains d'amidon sont d'abord rongés par les microbes; mais les autres éléments disparaissent peu à peu. Voilà donc un cas de pourriture saisissant un organe encore vivant, mais incapable à ce moment de réagir contre une attaque bactérienne.

M. Savastano [3] a observé une autre Bactérie dès le début de la *Tavelure des Orangers* et, par des inoculations de ce microbe, il a pu provoquer des lésions identiques sur les fruits sains. La maladie commence par l'apparition de petites taches brunes sur le péricarpe. Ces taches grandissent et noircissent progressivement. Elles peuvent devenir confluentes et donner à tout le fruit une couleur noire. Les oranges douces, les citrons, les limons et les mandarines sont bien plus prédisposés que les oranges amères et les pamplemouses. Une saison humide favorise la maladie; la sécheresse en entrave les progrès.

La *Pourriture des grains de raisin*, décrite par le même auteur [4], se produit sous des influences analogues.

C'est à un Bacille qu'il faut rapporter la *Morve des Oignons*, bien étudiée par M. Sorauer [5]. Les écailles internes du bulbe deviennent translucides et cèdent facilement à la pression du doigt; elles exhalent une odeur dans laquelle on discerne l'acide butyrique. Les Bactéries s'observent dès le début dans des cellules épidermiques qui semblent entièrement closes. Pour que le microbe puisse pénétrer dans les tuniques de l'Oignon, il faut qu'un excès d'humidité ait ralenti la vitalité de la plante attaquée et augmenté du même coup la puissance de l'envahisseur. Le microbe de l'Oignon se multiplie fort bien dans le sol, aux dépens de débris divers et puise dans cette végétation libre une énergie nouvelle. De même, au contact des plantes morveuses, qui peuvent d'ailleurs être d'espèce différente (la Pomme de terre est sujette à la

1 Ed. Prillieux. Corrosion des grains de Blé colorés en rose par des Bactéries. (*Société nat. d'agriculture*, 11 décembre 1878. — *Société botanique de France*, 1879, pp. 31, 187, 216. — *Annales des sciences naturelles*; Botan. 6e série; t. VIII.)

2 Macé. *Traité de bactériologie*, 1889.

3 Savastano. La vajolatura degli agrumi. (*Bol. della soc. di Naturalisti in Napoli*, 1887.)

4 Savastano. Il batterio del marciume dell'uva. (*Malpighia*; I, 1886.)

5 Sorauer. Die Rotzkrankheit (*Bacteriosis*) der Pflanzen. (*Allgemeine Brauer und Hopfenzeitung*, 1884.)

même maladie), les tuniques les plus saines finissent à la longue par céder au nombre incalculable des Bacilles capables de les détruire.

II

Plus habituellement, les Bactéries pathogènes sont introduites dans les tissus végétaux par des parasites plus volumineux, qui ont préparé le terrain en décomposant certains organes. Ainsi la *Gangrène sèche* des Pommes de terre, provoquée par le *Phytophthora infestans*, dégénère en une *Pourriture*, plus destructive encore, quand les Bactéries envahissent les tissus déjà altérés par cette redoutable Péronosporée [1]. Avec de tels introducteurs, les Bactéries ne bornent plus leurs ravages aux parties sommeillantes, mais s'attaquent à des organes pleins d'activité.

D'après M. Ludwig [2], l'écoulement muqueux des troncs de Chêne, ainsi que la maladie analogue des Saules, des Peupliers, etc., a pour agent une Bactériacée, le *Leuconostoc Lagerheimii;* mais ce microbe, au lieu d'attaquer les arbres sains, commence par envahir les tissus déjà soumis à la fermentation alcoolique par l'action de levûres telles que le *Saccharomyces Ludwigii* et la forme bourgeonnante de l'*Endomyces Magnusii.*

M. R. Hartig a décrit [3] une maladie des plantules de Sapins et de Pins, qui cause depuis quelques années de grands ravages dans les pépinières de Grossostheim, près d'Aschaffenbourg. L'agent de cette maladie est, avant tout, un Champignon qui paraît se rattacher aux Pyrénomycètes, bien que ses organes reproducteurs soient imparfaitement connus. Mais bientôt des Bactéries envahissent les tissus altérés par cette Cryptogame et détruisent à la fois les filaments qui leur ont frayé la voie et tous les éléments non lignifiés de la plante hospitalière.

Il ne faudrait pas trop généraliser ni considérer comme pathogènes des microbes qui ne font que détruire les tissus tués au préalable par des parasites. M. Andrade Corvo [4] est certainement tombé dans une telle exagération et n'a pas obtenu grand crédit, quand il nous a présenté le Phylloxéra comme un être inoffensif par lui-même, ayant le seul défaut d'inoculer des Bactéries aux racines de la Vigne. Ces Bactéries, que l'on retrouve aussi bien dans les organes souterrains désorganisés par les Champignons du *Pourridié*, sont de simples saprophytes, et leur présence secondaire ne saurait donner le change sur la puissance destructive des parasites qui leur ont préparé le terrain.

Si les Bactéries viennent souvent compléter l'œuvre des agents pathogènes de grande taille, réciproquement des Champignons s'installent en saprophytes sur les organes altérés par le parasitisme des microbes, et compliquent la question d'étiologie. Les taches des *Citrus* sont envahies par des moisissures telles que *Capnodium Citri* et par le *Pleospora Hesperidum*. Ces Champignons avaient été considérés, le premier par MM. Caruel et Mori, le second par Cattane, comme les causes de la Tavelure des Orangers, avant que Savastano n'eût établi que leur apparition est un épiphénomène d'une maladie bactérienne.

Pour les mêmes motifs, M. Sorauer indique la présence de l'*Hypomyces Solani* comme pathognomonique de la Morve des Pommes de terre, celle du *Botrytis cana* comme un signe certain de la présence du microbe de la Morve des Oignons. Ces exemples montrent quelle réserve il faut apporter dans la détermination des agents des maladies des plantes. Ainsi nous devons avouer notre ignorance sur la nature de la *Pourriture des Tomates mûres*, bien que M. Arthur [1] ait trouvé les fruits malades envahis par des Bactéries, des levûres et des Champignons.

III

Certaines Bactéries parviennent, par une attaque insidieuse, à tuer les organes actifs et à les décomposer sans provoquer aucune lutte. Elles réalisent ce problème, dont le seul énoncé semble paradoxal, de vivre en saprophytes aux dépens de tissus vivants.

Le *Bacillus Hyacinthi*, dont les allures ont été si bien mises en lumière par M. J. H. Wakker [2] semble, à première vue, être un parasite s'attaquant aux organes les plus actifs de la plante, puisqu'il commence par faire noircir et pourrir l'extrémité des jeunes feuilles de Jacinthe. Cependant l'agent infectant envahit d'abord les vaisseaux et, loin de livrer une lutte corps à corps aux éléments vivants, il détourne à son profit les matériaux destinés à les régénérer. Fort de ces munitions, le Bacille pénètre dans les méats, détruit la substance intercellulaire et fait un blocus en règle des cellules isolées au sein de la masse mucilagineuse de ses zooglées. Ces

1 Sorauer. *Loc. cit.*

2 Ludwig. Ueber Alkoholgährung und Schleimfluss lebender Bäume und deren Urheber. (*Berichte der deutschen botan. Gesellsch.* 1885.) Weitere Mittheil. über Alkoholgährung... (*Centralblatt für Bakter.*, t. VI, 1889.)

3 Hartig. Mittheilung einiger Untersuchungen pflanzenpathologischer Natur. (*Sitzungsber. des botan. Vereins in München*, 11 nov. 1889.)

4 De Andrade Corvo. Sur le rôle des Bacilles dans les ravages attribués au Phylloxera. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, t. CI, 1885.)

1 Arthur. *Report of the Botanist* of the New-York agricultural experiment Station, 1884.

2 Wakker. Contributions à la pathologie végétale. (*Archives néerlandaises*, t. XXIII. 1888.) — (Les premières observations de Wakker ont été publiées en hollandais en 1884, 1885, et 1886.)

cellules montrent encore leur structure interne; mais leurs parois sont très amincies, et elles subissent plus directement l'influence du microbe, à mesure que leur vitalité s'amoindrit, sans réparation possible. Elles offrent enfin une proie facile à l'agresseur. Alors seulement les cellules sont détruites et leurs restes liquéfiés viennent augmenter les cavités qui ont pris naissance au niveau des vaisseaux et qui sont désormais gorgées d'un mucilage jaune, d'aspect granuleux, représentant les zooglées. Le mucilage s'écoule à la moindre pression et justifie le nom de *Jaune* donné à cette affection.

Laisse-t-on fixées au bulbe les feuilles malades? Le bulbe lui-même est altéré au bout d'un temps variable. Si les Bactéries parviennent jusqu'au plateau, la pourriture du bulbe et la mort de la plante s'ensuivent. Si la marche est plus lente, les fleurs se montreront au printemps suivant; mais cette manifestation de la vie ne fera qu'accélérer l'épuisement final.

M. A. Heinz [1] a décrit une maladie bactérienne des Jacinthes, qu'il considère comme distincte du Jaune ; mais il n'a pas apporté de preuves suffisantes à l'appui de cette opinion, ainsi que M Klein [2] l'a déjà fait remarquer.

Une grave maladie des Céréales, qui n'est pas sans analogie avec le Jaune des Jacinthes, nous a été révélée par les travaux de M. T. J. Burrill [3]. Une Bactérie, mesurant $0^{\mu},8 - 1^{\mu},6$ sur $0^{\mu},65$, forme des masses mucilagineuses noires dans les chaumes du Seigle. Les exemplaires attaqués restent petits et grêles et meurent après avoir pris une coloration jaune parsemée de taches sombres. Depuis 1881, l'attention s'est portée sur ce nouveau fléau qui ravage presque entièrement les champs où il s'implante.

Dernièrement M. Iwanowsky [4] décrivait, sous le nom de *Pourriture du Tabac*, une maladie qui sévit en Bessarabie. Les organes lésés (ce sont habituellement des tiges) présentent des taches ramollies, d'abord éparses, bientôt confluentes. En l'absence de tout parasite de grande taille, l'auteur attribue l'origine de cette dégénérescence à une Bactérie.

Selon Burrill, la Gangrène sèche ou *Brûlure des Poiriers*, très préjudiciable aux vergers américains serait due à un organisme mesurant $1^{\mu}-1^{\mu},25$ sur $0^{\mu},5 - 0^{\mu},75$, et nommé par lui *Micrococcus amylivorus*. L'action nuisible de ces corpuscules ressort non seulement de leur constance dans les lésions dont il s'agit, mais aussi d'expériences d'infection de tige à tige réalisées avec succès par Burrill et répétées à plusieurs reprises par J. C. Arthur [1]. Ce dernier auteur arrive à admettre l'identité de cette maladie avec la Brûlure des Pommiers et des Coignassiers. Le *Micrococcus amylivorus* étendrait même ses ravages aux genres voisins *Cratægus* et *Amelanchier*.

Sans discuter la propriété de la dénomination de *Micrococcus*, appliquée à des bâtonnets deux fois aussi longs que larges, je rappellerai une objection plus sérieuse élevée par M. R. Hartig contre l'opinion de MM. Burrill et Arthur. La maladie des Poiriers a de grandes analogies avec le *Chancre* des Pommiers, des Hêtres, de divers arbres forestiers, si fréquemment observé en Europe. L'agent de cette dernière maladie, le *Nectria ditissima*, bien que se rapportant à un groupe de Champignons élevés, possède des corps reproducteurs très fins, ou spermaties, qui, observés isolément, en imposeraient aisément pour des Bactéries. Cette confusion a été commise à diverses reprises. Dernièrement encore, observant des Chancres du Frêne, M. Mer [2] signalait des poches à Bactéries à côté des filaments du Champignon auquel il rapportait avec raison la maladie. Or, dans les Chancres de Frêne suffisamment jeunes et préparés avec soin, on découvre sans peine des spermogonies, cavités irrégulières, plongées dans les tissus attaqués et tapissées de filaments délicats auxquels adhèrent encore les fines spermaties. Plus tard, ces bâtonnets détachés simulent des amas de microbes, dont les dimensions répondent sensiblement à la diagnose du *Micrococcus amylivorus*.

Il est à remarquer que les essais de culture entrepris par M. Arthur ont particulièrement bien réussi dans des milieux légèrement acides, sur lesquels le prétendu *Micrococcus* se trouvait, comme l'auteur en fait la remarque, à l'abri de la concurrence des autres Bactéries.

Malgré l'intérêt incontestable qui se rattache aux expériences des auteurs américains, il est peut-être prudent de faire quelques réserves, non pas sur la nature infectieuse (elle est hors de cause), mais sur la nature bactérienne de la Brûlure des arbres à pépins.

IV

Il nous reste à envisager les maladies qui s'accompagnent d'une réaction locale de la part de la

[1] HEINZ. Sur Kentniss der Rotzkrankheiten der Pflanzen. (*Centralblatt für Bakteriologie;* t. V, 1889.)
[2] KLEIN. Analyse du Mémoire de Heinz. (*Botan. Centralblatt*, t. XL.)
[3] THOMAS J. BURRILL. A bacterial disease of corn (*University of Illinois Agricultural experiment station;* août 1889.)
[4] IWANOWSKY. Ueber die Krankheiten des Tabakspflanze. (*Botan. Centralblatt* t. XLI, d'après un Mémoire en langue russe publié dans *Arbeiten des Petersb. Naturforscher Gesellsch.* t. XIX).

[1] ARTHUR. *Loc. cit.*, 1884 et 1887.
[2] MER. Influence de l'exposition sur l'accroissement de l'écorce des Sapins. (*Journal de Botanique*, t. III, 1889 ; p. 119, note.)

plante envahie. Deux types bien distincts rentrent dans cette catégorie. Dans la *Tuberculose de l'Olivier*, les Bactéries détruisent d'emblée les éléments qu'elles abordent; mais, sous leur influence irritante, les cellules voisines se multiplient d'une façon désordonnée et ne tardent pas à dégénérer pour devenir à leur tour la proie des microbes. Ainsi se forment des tumeurs ou tubercules, qui se ramollissent progressivement, à partir du centre occupé par la masse mucilagineuse du parasite. L'action du microbe est trop destructive pour permettre aux tumeurs d'atteindre une taille considérable ; mais, comme toute lésion de l'arbuste offre une porte d'entrée au parasite, les tubercules viennent souvent compliquer les nodosités ligneuses si fréquentes sur les rameaux des Oliviers, comme chez d'autres arbres de la même famille, et susceptibles de se développer en l'absence de tout microbe. Un examen superficiel pourrait faire croire que ces hyperplasies sont aussi l'œuvre des Bactéries. Mais les patientes observations et les habiles expériences de M. Savastano [1], poursuivies depuis bien des années, ont précisé de la façon la plus nette la part qui revient au Bacille de la Tuberculose de l'Olivier dans la genèse de ces maladies. Tout au plus arrive-t-il parfois que la présence des tubercules entraîne indirectement, comme les causes les plus banales, ou par une action irritante qui n'a rien de spécifique, l'apparition de nodosités ligneuses dans leur voisinage.

Peut-être faut-il placer ici la *Mosaïque du tabac*, maladie contagieuse, caractérisée par des épaissis sements locaux et des courbures variées et irrégulières des feuilles envahies. M. A. Mayer [2], qui a étudié, en Hollande, la formation de ces tumeurs, les attribue à une Bactérie; mais l'histoire de cette maladie réclame de nouvelles recherches. Les tumeurs du second type ont été observées sur le Pin d'Alep. Leur genèse diffère essentiellement de celle des tubercules de l'Olivier. Pas plus que les Microbes du jaune des Jacinthes, les Bacilles du Pin d'Alep ne traversent les parois des éléments vivants. Aussi leur faut-il un introducteur pour franchir la barrière opposée par le périderme des rameaux. Cet introducteur paraît être un insecte capable de plonger un suçoir jusqu'au niveau de la moelle et d'inoculer du même coup le microbe dont il a infecté ses stylets en visitant des lésions semblables. En effet, si l'on a soin d'inspecter des tumeurs au premier stade, alors qu'elles font une saillie de moins d'un demi-millimètre, on constate que la lésion débute au-dessous des coussinets foliaires, au point où la gaine ligneuse est interrompue par le départ des faisceaux destinés à ces organes. L'introducteur sait trouver le défaut de la cuirasse. Un canal étroit, entouré d'un liège protecteur, débouche au centre d'un petit cratère superficiel et aboutit, dans la profondeur, à un amas de cellules mortes et subérisées. Tout près de cette formation cicatricielle, dont l'origine ne saurait, en aucun cas, être attribuée au microbe, on aperçoit les premières colonies bactériennes, s'insinuant entre les méats. Mais, à l'inverse du microbe des Jacinthes, les Bacilles du Pin d'Alep sont en actives relations d'échanges nutritifs avec les cellules délicates qui les entourent. Seulement les conséquences de ces relations sont bien différentes de tout ce que nous avons vu résulter, dans les maladies précédentes, de l'action des microbes. Loin de ralentir la vitalité des cellules, le Bacille du Pin d'Alep la surexcite. Les cellules reviennent à l'état embryonnaire, se divisent avec un luxe qu'on ne rencontre pas normalement dans les éléments adultes; bientôt la prodigieuse quantité de noyaux cellulaires volumineux et parfaitement sains des tissus hyperplasiés permet de distinguer, à l'aide d'un faible objectif, la voie suivie par l'invasion bactérienne.

Le Bacille a donc une action directe sur les éléments vivants. Cette action directe n'est pas destructive comme celle des microbes précédents; elle constitue une symbiose locale. La Bactérie joue le même rôle que les larves d'insectes dans la production des galles des plantes ou cécidies. Cette analogie a valu aux excroissances liées à la combinaison des deux êtres le nom de *Bactériocécidie* [1].

Les Bactéries progressent peu vers la moelle. De ce côté, leur action est limitée par l'organisation plus avancée des tissus et par l'inextensibilité de la région ligneuse. Du côté externe, les tissus sont plus irritables, et la progression indéfinie des Bacilles au milieu d'eux donne lieu à une formation de galles volumineuses. Si l'écorce est seule envahie, on a des loupes molles, parfois grosses comme le pouce. Le phénomène se complique, quand l'activité du cambium est déviée par l'influence parasitaire. Des gaines ligneuses contournées, interrompues par les fusées bactériennes, parcourent comme des noyaux rameux les tissus tendres de la tumeur, qui parvient au volume du poing, présentant une surface lobulée, mamelonnée d'une façon irrégulière. Avant que la galle ait atteint ces proportions, un conflit a éclaté entre

[1] L. Savastano. Les maladies de l'Olivier. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*; 6 et 20 décembre 1886.) — *Tuberculosi, iperplasie e tumori dell' Olivo*, Napoli, 1887. — Il bacillo della tuberculosi dell' Olivo. Nota suppletiva. (*Rendiconti della r. acc. dei lincei* ; 4 ag. 1889.)

[2] A. Mayer. Ueber die Mosaikkrankheit des Tabaks. (*Landwirthsch. Versuchisst*, t. XXXII, 1886.)

[1] P. Vuillemin. Sur une Bactériocécidie ou tumeur bacillaire du Pin d'Alep. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 26 nov. 1888.)

es éléments qui, dominés par l'influence étrangère, semblent méconnaître toutes les lois de leur évolution spécifique, et ceux qui, éloignés de l'agent irritant, sont incapables de suivre l'expansion des premiers. Comprimés et affamés, les tissus frappés d'hyperplasie finissent par mourir et sont en partie détruits par les Bactéries, qui, remarquons-le bien, agissent alors en saprophytes, en partie subérisés et transformés en gaines isolantes, qui limitent localement les progrès du mal, sans l'empêcher de s'étendre encore sur d'autres points.

Ce mode de défense de l'organisme par séquestration de l'agent nuisible rappelle les phénomènes d'enkystement des Helminthes et d'autres parasites volumineux des animaux. On remarquera pourtant que c'est là un processus plus particulièrement conforme aux conditions de la vie des plantes. Le végétal accumule dans ses tissus les produits de désassimilation que l'animal rejette. De même il emprisonne les microbes qu'il ne peut faire disparaître, soit par une élimination, soit par une attaque directe, la structure de ses cellules et .a nature des membranes étant incompatibles avec la fonction active des phagocytes.

La dépense énorme à laquelle le Pin d'Alep doit subvenir pour la formation de la galle provoque la mort des branches attaquées. Quand les tumeurs sont nombreuses, l'arbre lui-même périt. Dans certaines forêts des environs de Nice, l'extension de la maladie fait craindre un dépeuplement complet.

Malgré ces conséquences fatales liées *indirectement* à la pénétration du Bacille du Pin d'Alep, il faut retenir qu'au début et par son action *directe*, le microbe se comporte en symbiote. Supposons que l'équilibre momentanément réalisé entre les deux vies associées se maintienne, que le bénéfice localement attribué au Pin se répartisse sur une plante entière, et nous passerons du parasitisme le plus redoutable à un consortium aussi harmonieux que celui de l'Algue et du Champignon dans un Lichen.

Ce dernier cas se trouve réalisé dans les tubercules des Légumineuses. On sait depuis longtemps que les nodosités observées sur les racines, chez divers représentants de cette famille, résultent de la pénétration d'organismes étrangers. Mais ces organismes provoquent des transformations si insolites dans le protoplasma des tubercules, que, pendant longtemps, on n'a pas pu distinguer nettement ce qui appartient à la Légumineuse et ce qui constitue l'élément surajouté. Les recherches récentes de MM. Prazmowski[1] et Frank[2] ont donné quelque poids à l'opinion que les associés des Légumineuses sont des *Micrococcus* intracellulaires[3], et que ces microbes modifient les portions de cytoplasme placées à leur contact, au point de former avec elles, dans chaque cellule, un tout, dont l'aspect cryptogamique justifie le nom de *mycoplasma*.

Les microbes des Légumineuses ne sont donc pas ordinairement des êtres pathogènes. Il est même démontré que, dans certaines conditions, ils deviennent des auxiliaires indispensables de leur hôte, en lui fournissant une alimentation azotée sans laquelle celui-ci périrait. Mais le parasitisme et la symbiose ont des liens si étroits que, dans d'autres conditions ou pour d'autres espèces, pour les Haricots par exemple, d'après Frank, le *Micrococcus* se nourrit aux dépens de son hôte, sans compensation équivalente, et devient ainsi l'agent d'une maladie microbienne.

Dr Paul Vuillemin,
Chef des Travaux d'Histoire naturelle
à la Faculté de Médecine de Nancy.

[1] A. Prazmowski. Dans Wesen und die biologische Bedeutung der Wurzelknöllchen der Erbse. (*Bulletin der K. K. Akad. der Wiss. in Krakau* juin 1889).

[2] B. Frank. Ueber die Pilzsymbiose der Leguminosen. (*Berichte der deutschen botan. Gesellsch;* t. VII; 1889.)

[3] Cependant il plane encore quelque incertitude sur la position systématique de ces organismes. M. Em. Laurent (Comptes rendus de l'Acad. des Sciences; 17 novembre 1890) vient de montrer leur analogie avec les *Pasteuria*, genre à certains égards intermédiaire aux Bactéries et aux Champignons. Ce compromis entre les deux opinions antérieures qui voyaient, la première des Champignons, la deuxième des Bactéries, dans les hôtes des nodosités des Légumineuses est peut-être la solution la plus voisine de la vérité. Au point de vue pratique rien ne nous empêche de maintenir ces petits êtres dans la catégorie des microbes.

LES RÉCENTS TRAVAUX SUR L'AMIDON ET LES DIASTASES

L'origine et les transformations de l'amidon dans les plantes semblent en quelque sorte mystérieuses. C'est, pourrait-on dire, le problème même de la vie qui se pose devant nous. Nous savons que l'acide carbonique de l'air et probablement l'eau fournissent les éléments nécessaires à la formation de l'amidon dant les feuilles[1]; nous voyons naître cet amidon dans les grains à chlorophylle et pourtant nous ne connaissons rien du mécanisme de cette production. L'amidon disparaît peu à peu de la feuille; nous le retrouvons plus tard dans la graine, et nous ne saisissons pas tous les degrés successifs de cette migration.

L'hypothèse de M. Baeyer sur l'assimilation a trouvé un appui solide dans la découverte du for-

[1] Voyez à ce sujet l'article de M. Maquenne sur la *Synthèse des Sucres* dans la *Revue* du 30 mars 1890, page 165.

mose par M. Lœw, mais elle n'est pas encore passée à l'état de vérité démontrée.

La migration de l'amidon nous offre un terrain bien plus solide au point de vue expérimental; nous examinerons donc le processus de cette transformation, puis nous indiquerons, d'après les travaux récents, les idées que l'on peut se faire actuellement de l'action des diastases sur l'amidon.

I

On admettait depuis longtemps déjà, que l'amidon naissant dans les feuilles se transformait en sucre pour arriver aux autres organes et aux réserves de la graine ou du tubercule; mais aucune démonstration expérimentale de ce fait n'était donnée; on ne connaissait ni la cause de cette solubilisation de l'amidon, ni la marche suivie par le sucre. Les travaux très intéressants de M. Schimper[1] sont venus combler cette lacune.

L'immersion des feuilles dans le chloral iodé les rend tout à fait transparentes et les grains d'amidon les plus petits, fortement gonflés et colorés en bleu, deviennent parfaitement visibles.

On a opéré sur l'*Impatiens parviflora* pour montrer que le produit de la dissolution de l'amidon est du glucose, les feuilles contenant à la fois du sucre et de l'amidon; un certain nombre d'entre elles ont été coupées suivant la nervure médiane, une moitié restant adhérente à la plante, l'autre en étant détachée; les moitiés détachées ont été disposées dans une chambre humide, et placées à l'obscurité aussi bien que la plante elle-même; l'amidon disparut progressivement dans les deux moitiés des feuilles; au bout de 72 heures il n'en restait plus trace; mais dans les moitiés détachées la quantité de sucre avait augmenté à mesure que la dose d'amidon diminuait; au contraire dans les moitiés restées adhérentes à la tige, on ne trouvait plus à la fin de l'expérience que des traces de sucre et seulement vers le point d'insertion de la feuille sur la tige.

Cela démontre bien que le produit de la dissolution de l'amidon est du glucose, et que celui-ci dans la plante vivante se transporte peu à peu de l'extrémité des feuilles à la tige.

L'examen minutieux des feuilles a permis à M. Schimper de reconnaître la voie par laquelle s'effectue le transport de l'amidon solubilisé : dans l'*Impatiens* cette migration s'opère par une série de cellules allongées, pauvres en chlorophylle, que M. Schimper appelle gaine conductrice; cette gaine sépare les faisceaux libéro-ligneux du mésophylle. Elle ne possède qu'à un très faible degré le pouvoir de précipiter le glucose à l'état d'amidon. Lorsque le sucre contenu dans cette série de cellules a disparu, il est remplacé par de l'amidon appelé des cellules mésophylliennes avoisinantes et solubilisé.

Pour d'autres plantes, l'écoulement du sucre n'est pas aussi aisé, le sucre étant reprécipité à l'état d'amidon dans l'intérieur de chaque cellule de la gaine conductrice et obligé par là de subir une nouvelle solubilisation. Il n'est pas certain d'ailleurs que le passage à travers la cloison cellulaire ait lieu à l'état de glucose; il semble en effet que ces membranes retiennent énergiquement le sucre, puisqu'en contact avec l'eau la feuille ne lui cède pas de matière sucrée; quelle que soit cette forme transitoire, le fait certain c'est que dans les cellules de la plante de l'amidon est transformé en glucose. Quel est l'agent de cette transformation? M. Schimper répond à cette question: *les feuilles de l'Impatiens renferment un ferment diastasique.* En opérant avec des décoctions de feuilles entières ou de nervures seules, on a pu changer en sucre et dextrines un empois d'amidon; d'ailleurs les autres plantes conduisent à la même constatation.

La présence de ferments diastasiques dans les végétaux est du reste assez fréquente; ainsi il en existe dans les pommes de terre, et leur action peut être mise en évidence dans les circonstances suivantes. On attribue généralement à la gelée cette altération des tubercules devenus sucrés; il n'en est rien, car il suffit de soumettre les tubercules à une basse température sans congélation pour qu'il s'y développe du sucre. Deux phénomènes se passent en même temps dans les cellules à amidon : l'un est la transformation de l'amidon en glucose, l'autre la combustion du glucose par le protoplasma; à une basse température le ferment diastasique continue son action, tandis que la vie du protoplasma ralentie ne consomme plus le glucose mis à sa disposition.

Dans les pommes de terre jeunes, récoltées au mois de juin par exemple, on rencontre également du glucose, de l'amidon et même du sucre de cannes, qui semble devoir être considéré, dans ce cas, comme un intermédiaire entre l'amidon et le glucose.

Dans le grain d'orge, ou en général de céréales, même avant toute germination l'on rencontre une diastase dans l'endosperme; ce ferment est retenu dans le gluten qui, une fois dissous, peut agir comme diastase.

Le point à retenir, c'est que, à côté de l'amidon et du sucre, on trouve dans les végétaux des ferments non figurés, et que l'action de ces diastases rend possible la migration de l'amidon, et par suite aussi, la nutrition et la reproduction de la plante. Nous devons naturellement exiger davan-

[1] *Bot. Zeit.*, 1885, n° 47, 48, 49.

tage et nous demander comment agit la diastase, quels sont les produits intermédiaires, et les circonstances les plus favorables à son influence. L'étude de la plante vivante présente d'énormes difficultés pour un examen de ce genre; en tous cas, elle doit être précédée de la connaissance approfondie des réactions effectuées dans le laboratoire.

II

Nous considérerons dans ce qui suit l'action diastasique de l'extrait de malt, dont les usages industriels ont provoqué une étude plus complète.

On a admis pendant longtemps, et sans autres explications, que l'action du malt transformait l'amidon en glucose et en dextrine, en considérant la dextrine comme une espèce chimique définie. On attribuait également l'action saccharifiante à une seule diastase.

Cependant des anomalies curieuses, notamment dans les usages industriels, tendaient à faire repousser une interprétation aussi simple des phénomènes. L'expérience avait montré que si l'on faisait agir l'extrait de malt à basse température, le rendement en sucre était assez faible, et de plus une fraction considérable des dextrines formées ne pouvait plus être saccharifiée en élevant la température, et en ajoutant du malt neuf.

En opérant sur 50-55° on obtenait le meilleur rendement en sucre: au-dessus de cette température, le produit en sucre s'abaissait de nouveau, mais une partie des dextrines pouvaient être attaquées de nouveau par le malt à la température optima de 50°. Enfin vers 80° l'action dissolvante s'arrêtait complètement.

Ces particularités rendaient probable la production de plusieurs dextrines, ou la présence de plusieurs diastases dans l'extrait de malt.

D'autres travaux permirent de reconnaître l'existence de plusieurs dextrines dans les produits de saccharification, et l'on put distinguer par leurs réactions :

l'*Érythrogranulose*, colorée en violet par l'iode
la *Maltodextrine*, non colorée par l'iode, qui réduit la liq. de Fehling.
la *Leucodextrine*, — sans action sur la liq. de Fehling.

Cuisinier, puis Dubrunfant émirent l'idée que le malt devait contenir deux diastases, l'une plus sensible que l'autre à l'action de la chaleur.

Cette hypothèse a été reprise récemment par M. Wijsman [1], et complètement justifiée par d'ingénieuses expériences. Il appelle *maltase* et *dextrinase* ces deux ferments diastasiques, et il résume le processus de la saccharification dans le tableau suivant :

Amidon transformé par

Maltase donne	*Dextrinase* donne
Maltose et erythrogranulose	Maltodextrine
qui transformée par	qui transformée par
dextrinase donne	*maltase* donne
leucodextrine	maltose

L'action des deux diastases donne donc en somme du maltose et les trois dextrines érythrogranulose, maltodextrine et leucodextrine ; cette dernière ne peut plus être attaquée par l'extrait de malt. J'indiquerai les élégants procédés de démonstration de M. Wijsman.

M. Wijsman s'appuie d'abord sur ce fait que le maltose ne se colore pas par l'eau iodée, que l'érythrogranulose se colore en violet, et l'amidon en bleu. Il fait des plaques de gélatine auxquelles il incorpore un peu d'amidon solubilisé par un traitement à l'acide chlorhydrique dilué, mais incapable de se diffuser. Au centre d'une telle plaque, il dépose une goutte d'extrait de malt, précipité par l'alcool, puis redissous dans l'eau. Après deux ou trois jours, il traite la plaque par l'eau iodée et constate l'aspect suivant :

Au centre un cercle incolore, puis, bordant ce cercle, un anneau violacé; le reste de la plaque bleu.

Cet aspect est dû à une différence entre les vitesses de diffusion des deux diastases, l'anneau violet, qui indique l'érythrogranulose, répondant à l'action d'une seule diastase, la maltase. En effet si l'on prélève avec une tige de verre une parcelle de cette couche à érythrogranulose et qu'on la dépose au centre d'une plaque de gélatine amidonnée neuve, on obtient seulement un cercle violet.

D'ailleurs on peut faire varier presque à volonté les dimensions respectives du cercle incolore et de l'anneau violet, en chauffant plus ou moins l'extrait de malt, preuve nouvelle de l'existence des deux diastases. La maltase, qui l'emporte d'abord comme quantité, subit l'action destructive de la chaleur au-dessus de 55°, de sorte que l'on peut diminuer la dose de maltose, et même la supprimer presque complètement. Vers 65°, l'extrait ne renferme pour ainsi dire que de la dextrinase. Les mélanges où la dextrinase prédomine ne donnent par l'iode qu'un cercle incolore sans anneau violet.

La même théorie permet d'expliquer les différences d'action du malt. En effet à basse température, si l'on obtient des dextrines non susceptibles d'une nouvelle saccharification, c'est que la maltase prédomine et qu'il se produit de la leucodextrine irréductible. A une température plus élevée, la dextrinase l'emporte : il se fait de la

[1] *Travaux chimiques des Pays-Bas*, IX, n° 1.

maltodextrine qu'une addition de malt préparé à basse température, c'est-à-dire de maltase, peut transformer en sucre. Les expériences de Wijsman ont confirmé ce point que le meilleur rendement en maltose s'obtient en opérant vers 50-55°.

Pour démontrer directement la formation du maltose, M. Wijsman a employé un réactif des plus singuliers, les *bactéries phosphorescentes*. M. Beijerinck a montré qu'une espèce de Bactérie, appelée par lui *Photobacterium phosphorescens Beijerinck*, devient lumineuse dès qu'elle trouve une matière assimilable pour elle; or le maltose peut jouer ce rôle d'aliment; l'amidon et les dextrines en sont incapables. Dès lors, on fait sur une plaque de gélatine amidonnée une culture pure de *Photobacterium*; on laisse leur éclat s'éteindre par inanition, ce qui demande peu de temps, puis on dépose au centre de la plaque une goutte d'extrait de malt.

Bientôt on aperçoit un champ de diffusion coïncidant avec la réaction à l'iode, et l'on a un anneau lumineux au deux côtés de l'extrême champ de diffusion, c'est là que la maltase transforme l'amidon en erythrogranulose; donc il se produit aussi du maltose.

Si l'extrait du malt a été appauvri en maltase par la chaleur, la dextrinase se diffuse plus vite et l'on aperçoit un contour obscur, puisque l'action de la dextrinase sur l'amidon donne une dextrine sans maltose (malto-dextrine). Au centre on a de la lumière parce que la maltodextrine a été transformée en maltose par le deuxième ferment, la maltase.

M. Wijsman a pu découvrir la maltase dans le grain d'orge non germé : au contraire, des réactions microchimiques, entre autre celles de M. Lintner (coloration en bleu de la teinture de gaïac, par l'eau oxygénée en présence d'une diastase), lui ont permis de reconnaître que la dextrinase prend naissance pendant la germination, et se localise surtout dans les enveloppes extérieures du grain. Si donc on emploie de l'orge perlée (débarrassée de ses téguments externes), l'extrait du malt ainsi fabriqué contiendra surtout de la maltase et par ce moyen il a été possible d'isoler l'erythrogranulose et de vérifier ses propriétés.

Ces curieuses expériences de M. Wijsman semblent prouver absolument l'existence simultanée de leurs diastases et donnent au moins en gros la marche vraie de la saccharification.

En dehors de la température, d'autres actions peuvent modifier le résultat de la saccharification, surtout au point de vue du rendement en sucre.

Payen a montré autrefois que le maltose produit fait obstacle à la formation ultérieure de sucre, et que si l'on provoquait sa destruction par la fermentation, une nouvelle dose de dextrines se transformait en sucre. M. Lindet [1] a donné une nouvelle démonstration du même fait; il a utilisé les combinaisons de sucre et de phénylhydrazine, les osazones découvertes par M. Fischer. En prenant un moût saccharifié à refus, et en précipitant de ce moût le maltose par le réactif indiqué, il a pu transformer de nouveau en sucre plus de la moitié des dextrines existant d'abord dans la matière; une nouvelle précipitation de maltose entraînait du reste une nouvelle production de sucre. Cette expérience semble indiquer que la saccharification est constituée par une sorte d'équilibre entre les divers produits; jusqu'ici on n'a pas encore signalé la transformation inverse du sucre ou dextrines en amidon; mais ce phénomène a lieu certainement dans les végétaux, où le phénomène se rapproche alors des équilibres chimiques tels que nous sommes habitués à les envisager.

Enfin récemment M. Effront [2] a constaté l'action de l'acide fluorhydrique dans la saccharification industrielle; une dose de $\frac{1}{10.000}$ d'acide, jointe à l'emploi d'une température de 30° pour la transformation par le malt, a permis d'obtenir un rendement de 90 0/0 de sucre et seulement 4 0/0 de dextrines pour l'amidon du maïs. De plus l'acide fluorhydrique conserve à la diastase ses propriétés dissolvantes, et cela pendant un temps assez long; ces observations de M. Effront mises à profit et brevetées par la société de maltose à Bruxelles, constituent certainement un grand progrès sur les procédés employés jusqu'ici en distillerie, et elles en améliorent le rendement dans de larges proportions.

Les autres ferments diastastiques dont la présence a été constatée dans les végétaux semblent devoir pour la plupart se ramener aux constituants de l'extrait de malt.

Ainsi M. Reychler [3], reprenant d'anciennes expériences de Kirchoff et Bouchardat a constaté que le gluten dissous dans les acides étendus (acide acétique au *dix-millième*) est capable de transformer l'empois d'amidon en sucre et dextrine; il a reconnu dans cette solution de gluten la présence d'une diastase par la réaction de Lintner; le pouvoir saccharifiant de ce ferment était environ les 3/4 de celui de l'extrait de malt, et l'on obtenait le rendement optimum entre 40 et 50°. M. Reychler attribuait la présence de ce ferment à l'action des acides étendus sur le gluten et considérait comme possible une telle réaction pendant la germination.

---

[1] *Bull. Société chimique*, 1889, p. 425.
[2] *Moniteur de Quesneville*, 1890, p. 449.
[3] *Bull. Soc. Chim*, 1889, p. 286.

Ces conclusions ne sont pas acceptées par MM. Lintner et Eckardt [1]; ces savants ont reconnu la présence dans le grain de céréales d'un ferment signalé également par M. Wissman comme étant la maltose. Ils ont d'abord comparé cette diastase à l'extrait de malt, puis au ferment de Reychler, et ils trouvent que le gluten-diastase de Reychler est identique, comme action, au ferment du grain de céréales non germé. Ce ferment serait simplement retenu mécaniquement par le gluten, et mis en liberté lorsque le gluten est dissous par les acides. Les mêmes chimistes ont constaté que la diastase de l'orge non germée est moins énergique que celle du malt, mais commence plus tôt : ainsi à 4° son action équivaut comme production de sucre à celle du malt à 15°. Ce caractère, joint aux observations microchimiques de M. Wijsman, ne permet guère de douter que ce ferment soit la maltose, l'un des constituants de l'extrait de malt; l'origine de ce corps reste bien obscure, car la présence des bactéries à l'intérieur de la graine, n'ayant pas été constatée jusqu'ici, il est difficile d'attribuer aux micro-organismes la production de cette diastase.

En résumé, nous arrivons aux résultats suivants: d'une part l'intervention d'une diastase dans la migration de l'amidon établie d'une manière certaine; d'autre part, le mode d'action de la diastase et la composition de l'extrait de malt élucidée par quelques côtés. Bien des points restent obscurs, sans doute. Tant que l'amidon ne nous aura pas livré le secret de sa constitution, tant que les diastases demeureront pour nous des substances de composition et d'origine ignorées, nous n'arriverons pas à connaître la naissance et la métamorphose de l'amidon, et le problème de la vie végétale restera un mystère pour nous. Mais nous devons nous souvenir, en France du moins, que les ferments organisés ont trouvé un Pasteur, la synthèse organique un Berthelot.

P. Petit,
Docteur ès Sciences,
Chargé de Cours
à la Faculté des Sciences de Nancy.

UNE NOUVELLE THÉORIE SUR LE VOL A VOILE DES OISEAUX

C'est un fait bien connu que certains oiseaux peuvent planer des heures entières, les ailes étendues et immobiles, en s'élevant même considérablement dans les airs. Il en résulte que les meilleurs voiliers sont les oiseaux à grande surface d'ailes, vautours, pélicans, etc. Arrivés à une certaine hauteur par quelques battements d'ailes, ils s'élèvent graduellement, les ailes étendues, en décrivant des courbes en forme de spirale autour d'un axe oblique dans la direction du vent.

Les descriptions qu'on a données de ce phénomène concordent en général; il n'en est pas de même des hypothèses proposées pour l'expliquer.

M. Mouillard [2] et après lui M. Mültenhoff [3] pensent que le vent peut donner à l'oiseau se laissant glisser dans sa direction une vitesse presque égale à lui-même, vitesse que l'oiseau utiliserait pour monter quand il a le vent contraire.

Lord Rayleigh [4] pense qu'un oiseau ne peut poursuivre son vol horizontal sans battement d'ailes. L'oiseau utiliserait la différence de vitesse de deux couches d'air superposées pour regagner sa vitesse initiale.

M. Hubert Airy [5] pense qu'il y a toujours dans l'atmosphère des tourbillons que certains oiseaux auraient appris à utiliser sans se servir de leurs muscles du vol.

M. Marey [1] regarde le vol des voiliers et la forme de leurs orbes comme le résultat de vents variables. Dans son livre [2] ce savant semble adopter une théorie proposée par M. Basté et se rapprochant de celle de M. Mouillard.

Il est facile de montrer que toutes les théories précédentes manquent de solidité.

Pour celle de M. Mouillard, il est évident qu'un oiseau ne s'avance pas dans la direction d'un vent sans avoir une plus grande vitesse.

Les explications de MM. Rayleigh et Airy ne me satisfont pas davantage. Rien dans les mouvements de l'oiseau n'indique qu'il adapte et change la direction du plan des ailes pour se servir des variations du vent.

Voici l'explication que je propose :

Supposons un oiseau volant avec une certaine vitesse initiale perpendiculaire à la direction d'un vent *ef*. Il ira de *a* en *c* au lieu de *a* en *b* dans l'unité de temps. En *c* l'oiseau doit avoir une plus grande vitesse absolue que celle qu'il aurait en *b*.

D'autre part, malgré la résistance du vent la vitesse en *c* peut être supérieure à la vitesse initiale en *a*. Si, parvenu en *c*, l'oiseau peut tourner au vent sans perdre de sa vitesse — et beaucoup d'oiseaux

[1] *Journ fur prakt. Chens.* 1890, p. 91.
[2] *L'empire de l'air.* Paris, 1881, p. 43.
[3] Karl Multenhoff. Die Grösse der Flugflächen. *Plug. archiv.*, B. 35, p. 428.
[4] *Nature*, vol. XXVII, p. 534.
[5] *Nature*, XXVII, p. 590.

[1] *Comptes-rendus*, CIX, n° 15 (7 octobre 1889), p. 551.
[2] Marey. *Le Vol des Oiseaux.* G. Masson, Paris, 1890.

ont cette faculté — il pourra marcher dans la nouvelle direction un certain temps avant que sa vitesse soit revenue à ce qu'elle était en *a*. Soit *d* ce point; si l'oiseau tourne en ce point, il sera prêt à

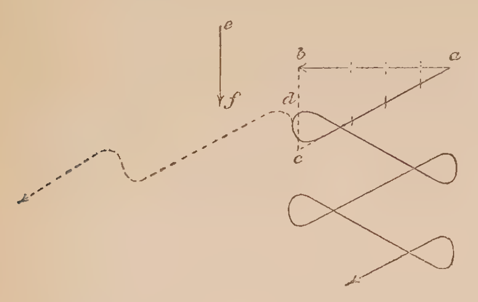


Fig. 1. — *ef*, Direction du vent. Les hachures portées sur *ab* et *ac* indiquent l'axe de longueur de la surface des ailes.

recommencer le même jeu qu'en *a*. Si tout le cours *ad* doit être horizontal, cela suppose des changements d'inclinaison du plan des ailes sur l'horizon. Entre *a* et *c* le plan des ailes sera tourné en avant. Après avoir tourné en *c*, l'angle du plan des ailes avec l'horizon doit être diminué pour être augmenté de nouveau sur la ligne *cd* à mesure que la vitesse décroît.

Si le plan d'ailes reste le même, alors l'oiseau descendra suivant *ac* et montera suivant *cd*. La montée et la descente seront variables en grandeur suivant les circonstances.

Le cours de l'oiseau n'est pas alors une ligne spirale, mais une série de 8 ou bien des crochets.

Il reste à expliquer le vol en spirale ascendante. Supposons un oiseau qui, avec une vitesse initiale, décrit des courbes circulaires. Pour cela, on sait que l'oiseau abaisse la pointe de l'aile tournée vers le centre des cercles et élève la pointe de l'aile extérieure. Le plan d'ailes décrit la surface d'un cône tronqué. L'oiseau monte ou descend spiralement selon que la vitesse augmente ou diminue.

Supposons maintenant un mouvement de la couche d'air dans une certaine direction. Du point *a* au point *b* l'oiseau reçoit du vent un surcroît de vitesse (fig. 2) et ainsi jusqu'à ce que son cours lui soit perpendiculaire (en *c*); puis la vitesse diminue jusqu'à un minimum en *f*. A partir de là commence un nouveau cercle identique au précédent, si la vitesse en *f* égale celle en *a*.

Le chemin décrit par l'oiseau s'effectuera dans divers plans suivant les circonstances. En *a* et *f* la vitesse est minima; en *c* vitesse absolue et vitesse relative sont toutes deux plus grandes qu'en *a* et *f*.

Entre *c* et *e* la vitesse relative croît toujours jusqu'à atteindre son maximum près d'*e*, puis diminue peu à peu de *e* en *f* et revient approximativement à la vitesse initiale. Dans tout le chemin *cef* la vitesse relative est plus grande qu'en *a* ou *f*. Or c'est de la vitesse relative que dépend l'effet soutenant du courant d'air sur la surface des voiles. L'angle d'inclinaison restant le même, cet effet croît avec la vitesse relative et inversement. Donc l'oiseau s'abaisse peu à peu de *a* en *b*; cet abaissement continue jusqu'à ce que la vitesse relative soit redevenue ce qu'elle était en *a*; ensuite l'oiseau monte jusqu'en *f*; car jusqu'à ce point la vitesse relative est plus grande qu'en *a*. Le point *f* doit être au-dessus du niveau de *a*.

Nous supposons que la vitesse relative en *a* suffit *précisément* pour soutenir l'oiseau à cette hauteur. Si elle est plus grande, l'oiseau monte d'abord.

La projection verticale (fig. 2) est due à l'influence du vent sur la forme des cercles, en supposant le plan d'ailes invariable.

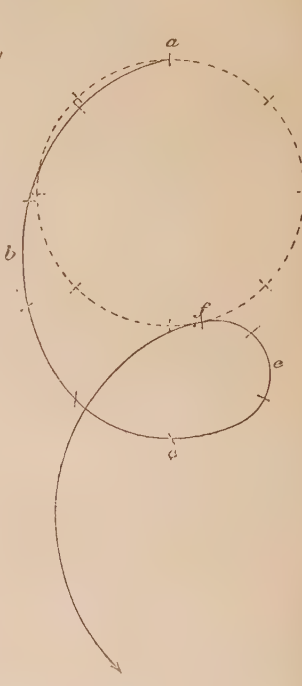


Fig. 2.

Le rayon du cercle s'agrandit pour la même inclinaison du plan d'ailes vers l'axe du cercle, à mesure que la vitesse absolue augmente (à cause de la force centrifuge); plus la vitesse relative est grande, plus le chemin se courbe, par suite de la pression augmentée sur la surface des voiles. Dans la direction du vent, l'oiseau n'est pas accéléré, il l'est s'il a le vent obliquement en arrière. Ce gain de vitesse compense la perte due à la résistance de l'air et l'oiseau conserve sa vitesse moyenne. Il est probable que le voilier, avec une vitesse initiale nécessaire et une orientation convenable de sa surface de voiles, peut continuer à décrire des courbes, la force du vent restant la même.

L'explication de M. Peal[1] se rapproche le plus de la vérité. Il compare l'oiseau à un cerf-volant; mais le point d'attache de la corde au sol, au lieu d'être fixe, doit marcher dans la direction du vent, bien que plus lentement. C'est la différence de la vitesse du mouvement du point d'attache et du mouvement de l'air qui constitue la force nécessaire à la sustention et à l'élévation de l'oiseau.

Magnus Blix,
Professeur à l'Université de Lund.

[1] *Nature*, XXIII, p. 10.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Rivereau (P.). — **Sur les invariants de certaines classes d'équations différentielles homogènes par rapport à la fonction inconnue et à ses dérivées.** *Thèse pour le doctorat de la Faculté des Sciences de Paris, Gauthier-Villars*, 1890.

La notion d'invariants qui a d'abord été introduite dans l'étude des formes algébriques par MM. Hermite, Cayley, Sylvester, a pénétré depuis dans toutes les branches des sciences mathématiques. Cette notion, étendue par Laguerre aux équations linéaires, a été appliquée par Halphen à la réduction de ces équations aux formes intégrables. En se plaçant à un point de vue tout à fait général, M. Sophus Lie et M. Goursat ont montré *a priori* que les équations différentielles d'une même classe possèdent une infinité d'invariants. Depuis, d'autres auteurs parmi lesquels nous citerons MM. Forsyth, R. Liouville, Painlevé et Elliot ont étudié d'une manière détaillée des équations différentielles d'un type déterminé, en indiquant le moyen de former leurs invariants, ainsi que les relations qui doivent lier ces invariants pour que les équations soient réductibles à certaines formes intégrables.

C'est à cet ordre d'idées que se rattache le travail de M. Rivereau.

L'auteur commence par indiquer des théorèmes généraux sur les invariants des équations différentielles, algébriques par rapport à la fonction inconnue et à ses dérivées : il donne, pour une classe étendue de ces équations, l'expression des invariants à l'aide d'un certain nombre d'invariants fondamentaux ; puis il exprime, en fonction de ces derniers, les conditions nécessaires et suffisantes pour qu'une de ces équations soit réductible à une autre de même forme à coefficients constants.

La partie principale de la thèse est consacrée à la formation des invariants de deux classes d'équations différentielles, qui sont : 1° les équations du troisième ordre, homogènes et du second degré par rapport à la fonction inconnue et à ses dérivées ; 2° les équations du second ordre, homogènes et du troisième degré par rapport à la fonction inconnue et à ses dérivées. La méthode suivie consiste à réduire ces équations à une forme canonique, dont les coefficients sont des invariants fondamentaux à l'aide desquels on peut exprimer tous les autres invariants. A titre d'application, l'auteur indique la condition que doivent remplir les invariants fondamentaux :

a) Pour que l'équation admette un facteur intégrant fonction de la seule variable indépendante ;

b) Pour que l'intégrale générale de l'équation puisse être mise sous certaines formes contenant linéairement les constantes arbitraires avec des puissances quelconques de la fonction inconnue ;

c) Pour que l'intégrale générale puisse se déduire de celle d'une équation linéaire, en établissant une relation algébrique entre les constantes arbitraires.

Enfin l'auteur termine son travail par l'étude de quelques équations différentielles dont l'intégrale contient algébriquement les constantes arbitraires.

Les résultats obtenus par M. P. Rivereau sont très dignes d'intérêt et seront utiles à tous ceux qui voudront étudier la théorie des invariants des équations différentielles homogènes. Il serait à souhaiter que d'autres études du même genre fussent entreprises, afin d'étendre, autant que possible, le nombre des cas dans lesquels on peut reconnaître si l'intégrale générale d'une équation différentielle donnée peut être amenée à contenir algébriquement les constantes arbitraires.

P. Appell.

Thurston (R. H.), *Directeur du Sibley Collège à Ithaca (New-York).* — **A handbook of Engine and Boiler trials and of the indicator and Prony brake for Engineers and technical schools.** *New-York, chez John Wiley and Sons.* 1890.

L'œuvre du célèbre professeur américain Thurston, déjà très considérable, vient de s'enrichir d'un nouvel ouvrage qui prend une grande importance en ce moment où la physiologie des machines à vapeur fait l'objet des préoccupations de tous les ingénieurs dignes de ce nom, et où, sur tous les points civilisés du globe, s'érigent de nombreux laboratoires de recherches mécaniques. Après son magistral traité de la résistance et de la connaissance des matériaux, ses traités de la construction des chaudières, de leurs explosions, du frottement dans les machines, son histoire si complète de la machine à vapeur et sa description des types modernes à grande vitesse, sa philosophie de la détente étagée, etc., etc., voici venir un *Manuel des essais de chaudière et de machine*. On y trouve la description et la discussion des instruments qui y sont employés, des méthodes recommandables pour assurer des résultats exacts, et en même temps pour les interpréter sainement. L'indicateur et le frein y sont traités de main de maître ; on sent que ce livre est écrit par un praticien habitué au maniement des instruments de mesure autant que par un savant qui a appris dès longtemps à lire dans la nature. Les formules y sont généralement données en mesures anglaises, mais la plupart du temps accompagnées de la traduction en mesures métriques. Ce n'est pas un des moindres mérites de cet ouvrage que de réclamer et de proposer *un type général*, adopté par tous, tant pour procéder aux essais que pour en classer les données et les résultats dans des tableaux modèles. On calculerait difficilement le temps qui serait épargné aux lecteurs et aux chercheurs si l'on formulait le rapport sur tous les essais d'après une méthode précise, invariable, avec les mêmes notations et dans le même ordre. L'ingénieur anglais bien connu, M. Donkin, cherche déjà depuis longtemps à faire prévaloir cette idée ; nous souhaitons qu'il réussisse, ce à quoi ne manquera pas de contribuer l'argumentation claire et décisive de M. Thurston.

V. Dwelshauvers-Dery.

Annales de l'Observatoire de Nice, *publiées sous les auspices du Bureau des Longitudes, par M. Perrotin, directeur. T. III, texte et atlas. Gauthier-Villars et fils. Paris*, 1890.

Le volume débute par une notice du regretté Thollon sur la magnifique carte du spectre solaire exécutée au moyen du grand spectroscope inventé par l'auteur. Cette carte de la région comprise entre A et *b* inclusivement est un modèle de clarté et d'exécution et semble mériter, ce que se proposait Thollon, d'être considérée comme une image de l'état du Soleil à notre époque, pouvant servir à enregistrer tout changement un peu notable.

Ce spectre qui a $10^{m}23$ d'étendue comprend 33 dessins et renferme 3.200 raies tant solaires que telluriques. Dans la hauteur il est divisé en 4 bandes horizontales qui correspondent au soleil à 80° du zénith air sec, à 60° air saturé, à 60° air sec et enfin au Soleil tel qu'il s'observerait hors de l'atmosphère terrestre.

Ce spectre, étant la copie fidèle des observations de l'auteur, n'est pas absolument d'accord avec les observations anciennes, notamment celles d'Angström en ce qui touche les longueurs d'onde. Les raies sont rapportées à 252 raies considérées comme fondamentales et qui ont servi à enregistrer toutes les autres.

Le triage des raies telluriques a été opéré en comparant un dessin du spectre solaire à midi avec le même spectre un peu avant le coucher ou un peu après le lever du soleil. Thollon distingue en outre une 3e classe de raies mixtes telluro-solaires qui se manifeste par des changements d'intensité; telle serait en particulier D_2. Il y a là, comme le signale l'auteur, une difficulté sérieuse. Pour en triompher, il mesurait la largeur de chaque raie et notait son intensité par une échelle comprise de 1 à 10.

Parmi les observations relatives aux raies telluriques Thollon signale l'apparition, notée une seule fois, de raies déjà enregistrées par Angström. Il y a là matière à bien des réflexions sur la variation de composition de l'atmosphère.

Il faut encore noter les discordances considérables avec le dessin d'Angström dans la portion B-C. Peut-être trouverait-on quelque explication à ces divergences en comparant les spectres aux moments d'activité maxima et minima du soleil.

Un seul point laisse à désirer dans cet admirable dessin : l'absence presque complète de comparaison entre les raies métalliques et les raies solaires. Il y a là une lacune bien regrettable.

Le même volume contient : la continuation du travail de M. Perrotin sur la théorie de Vesta où il donne l'expression développée des perturbations dues à l'action de Jupiter; des observations méridiennes faites au cercle de Brunner par MM. Simonin et Colonnas, à la lunette par MM. Fabry et Jabely; la description détaillée de l'instrument étant réservée pour le tome IV, il n'en est donné qu'une description sommaire; des observations par M. Charlois de comètes et de planètes continuent celles du même auteur parues déjà dans le tome II; des calculs d'orbites du même auteur terminent ce volume qui fait le plus grand honneur à l'Observatoire de Nice, et aux éditeurs MM. Gauthier-Villars et fils.

E. Demarçay.

2° Sciences physiques [1].

Melander (G). — **De la dilatation des gaz à des pressions inférieures à la pression atmosphérique.** *Helsingfors* 1890.

M. Melander s'est proposé de chercher ce que devient le coefficient de dilatation des gaz sous des pressions de plus en plus faibles; après avoir passé en revue les diverses recherches relatives à la dilatation des gaz, l'auteur examine plus particulièrement le travail de Regnault, qui seul s'est occupé du cas des pressions inférieures à celle de l'atmosphère; Regnault était arrivé à ce résultat que le coefficient diminue continuellement avec la pression et il pensait que pour une raréfaction suffisante, il tendrait vers une limite, la même pour tous les gaz. Mais les coefficients déterminés dans ces conditions par Regnault étaient ceux à volume constant, dont la valeur dépend de la loi de compression; d'autre part il n'avait poussé la raréfaction que jusqu'à 110^{mm} de pression. M. Melander a pensé avec juste raison qu'il y avait lieu de reprendre la suite de ces recherches.

L'appareil de M. Melander est disposé pour opérer à volume constant ou à pression constante; mais la disposition expérimentale et la méthode de calcul sont telles que, dans les deux cas, on arrive à un coefficient indépendant de la loi de compression et répondant à la dilatation sous pression constante.

Dans le cas où on opère à volume variable, le gaz provenant de la dilatation est reçu dans une capacité maintenue à la même température que le reste de la masse (soit à la température de l'ébullition de l'eau, les deux phases de l'expérience ayant lieu comme d'habitude à zéro et à 100°). On évite ainsi le reproche fait à la méthode suivie par Regnault, ainsi que M. Mendeleef avait déjà tenté de le faire.

Le gaz dilaté sous pression constante ou variable est mis en communication avec l'une des branches d'une sorte de manomètre différentiel, le *Comparateur*, dont l'autre branche est mise en rapport avec le *Compresseur*; le compresseur, qui est rempli aussi du gaz à étudier, a pour but de produire continuellement dans la branche du comparateur avec laquelle il communique, une pression égale à celle qui est produite dans l'autre branche par la masse de gaz dont on fait varier la température. On arrive à ce résultat en faisant varier convenablement le volume de la masse de gaz renfermée dans le compresseur. En réalité il n'est point nécessaire que le niveau du mercure soit rigoureusement le même dans les deux branches du comparateur, il suffit que la différence des pressions de part et d'autre soit très petite et qu'on puisse la mesurer rigoureusement; cette mesure a été faite par la méthode qui consiste à viser l'extrémité d'une pointe opaque fixe, extrêmement voisine de la surface du menisque et son image dans celui-ci, ainsi que l'a fait M. P. Chappuis dans son grand travail sur les thermomètres à gaz.

L'équilibre au comparateur ayant été établi dans les deux phases de l'expérience, c'est-à-dire avant et après le chauffage du gaz (soit à zéro et à 100°), le jaugeage des différentes capacités de l'appareil et la connaissance de leur température pendant chaque phase permet d'écrire la relation de laquelle on tire la valeur du coefficient de dilatation.

M. Melander a surtout opéré à volume constant et dans ce cas sa méthode revient à « comparer l'augmentation de la pression produite par le chauffage à l'augmentation de la pression produite par diminution de volume, et en conclure quel aurait été le volume du gaz échauffé si celui-ci s'était dilaté sans variation de pression ». Le résultat auquel on arrive, en effet, est indépendant de la loi de compression, ainsi que je l'ai déjà dit au début.

On peut reprocher à cette expérimentation un trop grand nombre de termes correctifs dont quelques-uns pourraient être ou supprimés ou réduits à une moindre importance; il y a en effet à tenir compte de 14 capacités et de leurs températures aux deux phases de l'expérience; mais la méthode et les dispositions expérimentales n'en sont pas moins très ingénieuses et M. Melander arrivera certainement à y apporter les quelques améliorations qu'on pourrait désirer.

J'arrive maintenant aux résultats : M. Melander trouve que pour les deux gaz qu'il a étudiés (air et acide carbonique) le coefficient de dilatation diminue d'abord avec la pression; mais que, contrairement à l'opinion de Regnault, cette diminution n'a lieu que jusqu'à un certain degré de raréfaction, à partir duquel il prend des valeurs croissantes. Ce minimum [1] de la valeur du coefficient aurait lieu pour l'air vers une pression de 170^{mm} de mercure, et pour l'acide carbonique vers 55^{mm}. Sans avoir aucunement l'intention d'infirmer ce résultat, je pense qu'il ne peut être accepté qu'avec réserve, étant donnée la difficulté extrême de mesurer avec exactitude les faibles pressions; qu'on se rappelle les divergences dues à la même difficulté auxquelles ont conduit les recherches faites sur l'élasticité des gaz raréfiés; il suffit d'une erreur systématique très faible dans cette mesure pour

[1] L'ouvrage de M. Eric Gérard : *Leçons sur l'Electricité*, t. II, analysé page 676, n° 21 de la *Revue*, a été édité par MM. Gauthier-Villars et fils. Paris, 1890.

[1] La valeur de ce minimum serait, d'après l'un des tableaux de M. Melander, égale à 0,003660 et sous une pression de $6^{mm},6$ le coefficient aurait augmenté jusqu'à devenir égal à 0,003762. Pour l'acide carbonique, le minimum est moins prononcé dans les limites de pression inscrites au tableau.

fausser de plus en plus la valeur du coefficient au fur et à mesure que la pression diminue, et pour donner lieu à une variation continue qui peut ne pas exister en réalité; cette cause d'erreur n'est du reste probablement pas la seule; qui peut répondre par exemple que les mesures observées soient rigoureusement applicables à une portion quelconque du gaz idéalement isolée du reste de la masse et soustraite à l'action des parois? Il y a donc lieu de varier et de multiplier les expériences avant de se prononcer définitivement, et personne n'est à même de le faire mieux que M. Melander. Dans tous les cas son mémoire est un travail sérieux et intéressant; la méthode ingénieuse qu'il a suivie peut rendre des services et les dispositions expérimentales en seront étudiées avec fruit par les physiciens qui s'occupent de ce genre de recherches.

E. H. Amagat.

Lefèvre (J.). — **Dictionnaire d'Électricité et de Magnétisme.** — *1er et 2e fasc. J.-B. Baillière. Paris*, 1890.

La science électrique progresse si rapidement qu'il n'est pas inutile de remettre au point une fois par an les ouvrages qui s'y rapportent; aussi, lors même qu'il existe déjà plusieurs dictionnaires d'électricité, applaudirons-nous à l'apparition de tout ouvrage de ce genre qui, au moins aussi bien fait que ses devanciers, serait plus complet et plus moderne. Mais l'ouvrage de M. Lefèvre n'a pas cette excuse; il encombrera les catalogues, sinon les bibliothèques, d'un numéro de plus, tout en restant très au-dessous des bons ouvrages de même espèce. Nous ne chercherons pas à l'analyser et nous nous contenterons de quelques citations. Prenons par exemple l'article : *Conductibilité électrique;* nous y lisons : « *Propriété* que possèdent les corps conducteurs de transmettre l'électricité... La conductibilité dépend de la nature du corps, de sa longueur et de sa section. La conductibilité est l'inverse de la résistance... Elle augmente avec la température..... » — Puis, à l'article suivant : « *Conduction.* Synonyme de conductibilité. »

Si peu que l'on demande à un dictionnaire, au moins peut-on exiger une rigueur absolue dans la définition des mots. Comme le dit l'auteur, la conductibilité est une *propriété ;* au contraire, la conduction est un *phénomène.* Sans trop en vouloir à l'auteur de faire dépendre la *conductibilité* des dimensions du corps, nous eussions désiré voir en cet endroit le joli néologisme *conductance*, car, logiquement, ce mot est le seul qui désigne l'inverse de la résistance. Le sens indiqué pour la variation de la conductibilité avec la température est, pour la plupart des bons conducteurs, une grosse erreur. Nous ne multiplierons pas les citations sur ce point, et nous ne surprendrons personne en disant que, pour l'auteur, l'*erg* et le *cheval-vapeur* sont des quantités de même espèce.

Mais, ce qui frappe bien davantage à la lecture de cet ouvrage, c'est le manque absolu de proportion. Quatre lignes seulement consacrées aux diélectriques, autant à la dilatation électrique, trois au dromoscope, le très ingénieux appareil du Commandant Fournier, tandis que l'auteur décrit en onze lignes ce qu'il nomme *duel électrique;* nous ne résistons pas à l'envie de reproduire cet article : « Application de l'électricité aux jeux de théâtre. Deux adversaires croisent le fer; ils sont en rapport avec une pile Trouvé; chaque combattant porte une cuirasse qui forme avec l'épée les deux pôles de la pile. Lorsque les deux épées se rencontrent, il jaillit du fer de chaque adversaire une myriade d'étincelles d'un pittoresque effet, et, quand l'une des lames touche la cuirasse de l'adversaire, une puissante lumière projette des rayons éclatants pendant toute la durée du contact. » Cette description est accompagnée d'une gravure.

Nous retrouvons le même abus dans les trois colonnes consacrées aux bijoux électriques, abus qu'une fort jolie figure de Danseuse, parée desdits bijoux, ne parvient pas à faire pardonner. L'article qui suit nous paraît bien superflu, le voici : « *Canne lumineuse.* Canne dont la pomme, semblable aux bijoux lumineux, renferme une petite lampe à incandescence qu'on peut actionner à l'aide d'une pile placée, ainsi que son commutateur, dans la canne elle-même. » Ne pouvons-nous pas, d'après cela, nous attendre à trouver en son endroit le parapluie lumineux ?

Ce qui précède était déjà composé lorsque le deuxième fascicule de l'ouvrage nous est parvenu; sans vouloir atténuer ce que nous avons dit du premier, nous tenons à constater que le second lui est sensiblement supérieur; les défauts saillants du premier s'y retrouvent sans doute, mais considérablement atténués; bien que nous n'en soyions pas juge, il nous paraît que, sous le rapport de certains détails pratiques et élémentaires, l'ouvrage de M. Lefèvre peut servir de guide.

Mais d'où vient le défaut le plus saillant de ce dictionnaire, la disproportion que l'on constate à chaque page? Elle est due surtout, croyons-nous, au désir d'employer des clichés existants. Tous les catalogues des constructeurs y ont passé; le procédé est légitime assurément, mais à la condition de n'être pas envahissant, et M. Lefèvre l'a poussé à l'excès. L'ouvrage, de 1.100 pages, promet de contenir environ 1.000 figures. Sous ce rapport, il sera sans doute très complet.

Une dernière recommandation, qui, espérons-le, pourra être de quelque utilité à l'auteur, si ces lignes lui parviennent à temps : l'orthographe des mots étrangers aurait fréquemment besoin d'être vérifiée.

Ch. Ed. Guillaume.

Willm (Ed.) et **Hanriot** (M.). — **Traite de Chimie minérale et organique** *comprenant la chimie et ses applications. 4 vol. in-8° de chacun 750 pages avec nombreuses figures dans le texte. Paris, Masson*, 1888-1890.

Le plan de ce livre avait été conçu par Wurtz peu de temps avant sa mort. Il se proposait d'écrire un ouvrage d'enseignement supérieur ayant « pour cadre général le programme de la licence » mais renfermant en outre l'exposé des principales applications de la Chimie. Deux de ses élèves, depuis longtemps passés maîtres, ont mis ce projet à exécution : leur livre comprend deux parties, auxquelles leur collaboration a assuré l'unité : la chimie minérale (tomes I et II) et la chimie organique (tomes III et IV).

L'ordre d'exposition qu'ils ont adopté est à peu près celui des traités classiques. Il n'y avait pas lieu de le modifier. Mais, là est surtout l'intérêt de leur ouvrage, MM. Willm et Hanriot ne se sont pas contentés d'exposer avec détails les doctrines : ils ont accordé aussi une large place à la description des faits eux-mêmes, aux moyens pratiques de les observer, aux procédés employés pour extraire les différents corps, les préparer ou les utiliser dans un but industriel. Leur éditeur a bien défini cette partie de leur œuvre en écrivant dans son *Avertissement :* « Les auteurs se sont attachés à montrer tout le parti que l'on pouvait tirer de la science pure au point de vue de ses applications; aussi les principes sur lesquels reposent nos grandes industries ont-ils été suffisamment développés, non dans le but de faire un traité de chimie industrielle, mais de façon à donner au lecteur une idée générale de tout ce qui se rattache à la chimie. »

Le tome I débute par quelques notions, trop sommaires à notre gré, de chimie générale. Vient ensuite l'étude des métalloïdes et de leurs combinaisons. La description de chacun de ces corps a été faite d'une manière très complète : au chapitre de l'eau, par exemple, ont été indiqués avec détails les qualités de l'eau potable, les méthodes pour découvrir et doser les sels dissous, l'hydrotimétrie, les procédés de purification de l'eau, la composition qualitative et quantitative des principales sources minérales, les modes connus ou soupçonnés de minéralisation, enfin la marche générale à suivre dans l'analyse de ces eaux. Pour les corps que l'industrie prépare, tels que l'acide sulfurique, les principales phases de la fabrication ont été décrites avec beaucoup de soin. De belles figures, exécutées à

grande échelle, représentent les appareils. — Les métaux, et les sels, qui font l'objet du tome II, ont été traités dans le même esprit.

La *Chimie organique* offre plus de nouveauté. Cependant M. Hanriot a pensé avec raison qu'il était beaucoup moins intéressant de décrire tous les composés connus, que d'exposer clairement la constitution des plus importants, de ceux que l'on peut considérer comme les générateurs de tous les autres. Les deux volumes qui lui sont dus font bien connaître l'ensemble de la chimie organique, ses méthodes, ses théories, ses applications. On y trouve d'abord les procédés de l'analyse organique, immédiate et élémentaire, décrits en détail, la détermination de la molécule, la théorie des formules de constitution, dont le sens est clairement défini, puis la classification des corps organiques, les lois d'homologie, les *séries*. L'étude des *fonctions*, dominant toute la chimie organique, a été surtout développée. Puis ont été décrits à la suite les uns des autres les groupes de corps dérivant des diverses chaînes d'hydrocarbures saturés, enfin les isologues de ces corps. Le même ordre a présidé à la disposition de la série aromatique et de la série pyridique.

L. O.

3° Sciences naturelles.

Flot (Léon). — **Recherches sur la structure comparée de la tige des arbres.** *Thèse de Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris. G. Masson*, 1890.

Lorsqu'une graine germe, les différentes parties de la plantule ont un mode de nutrition différent de celui des parties de même nature morphologique qui se développent sur la plante adulte. M. Flot a cherché à savoir si leur structure était aussi différente. La tige est le seul organe qu'il ait étudié.

En réalité, des modifications existent dans la disposition et l'importance des éléments, et M. Flot les a mises en évidence dans de nombreux schémas représentant comparativement, pour un assez grand nombre d'espèces, des coupes transversales, pratiquées d'une part dans la région tigellaire âgée d'un an, et, d'autre part, dans une branche verticale de même âge, mais prise sur la plante adulte. L'auteur emploie le terme de *région tigellaire* et non pas de *tigelle*, parce qu'il a reconnu que la structure propre à la tigelle se continue, dans certaines espèces, suivant la longueur de plusieurs entre-nœuds au-dessus des cotylédons. Des photographies très bien réussies, jointes à son travail, montrent tout le parti que l'on pourra tirer de ce mode de représentation, lorsqu'il sera entré dans la pratique courante des laboratoires.

Nous rappelons ici seulement l'un des résultats acquis par l'auteur et qui nous a paru d'une certaine importance, bien que M. Flot n'en ait pas fait ressortir l'intérêt dans les conclusions de son travail. On admet généralement que dans le cylindre central de la tige d'un arbre, il existe d'abord une structure primaire caractérisée par la présence de faisceaux libéro-ligneux séparés l'un de l'autre par du tissu conjonctif et disposés en cercle. A celle-ci fait suite une structure secondaire due à une assise de méristème qui se développe entre les faisceaux aux dépens du tissu conjonctif, et engendre du bois secondaire et du liber secondaire, pour former un anneau libéro-ligneux. Or, d'après M. Flot, ce schéma classique n'appartient qu'à la région tigellaire. Dans une branche, il n'y aurait, à proprement parler, pas de structure primaire; on trouverait dans la partie la plus jeune de la branche une zone annulaire semblable à un méristème et siège d'un cloisonnement très actif, aux dépens de laquelle les faisceaux libéro-ligneux se développeraient. Ce fait montre une fois de plus combien il est nécessaire, dans les descriptions anatomiques, d'indiquer à quelle place et dans quelles conditions les observations ont été faites.

C. Sauvageau.

Saint-Rémy (Dr G.). — **Contribution à l'étude du cerveau chez les Arthropodes trachéates.** *Thèse de Doctorat présentée à la Faculté des Sciences de Paris. Arch. de zoologie exp. et gén.*, 2e *série t. V bis, suppl.*, *Remivald. Paris*, 1890.

M. Saint-Rémy a choisi un sujet très limité. Laissant de côté dans le système nerveux des Trachéates tout ce qui n'est pas le cerveau proprement dit, chaîne ventrale, nerfs périphériques, système stomato-gastrique, organes des sens, il l'a réduit encore en écartant résolument toutes les questions relatives à la structure histologique et aux rapports des centres nerveux avec les parties voisines. Il y a là peut-être excès de spécialisation et le travail eût certainement gagné en intérêt à n'être pas renfermé dans des limites aussi étroites.

Ces réserves faites, il faut reconnaître que M. Saint-Rémy a tiré le meilleur parti possible du sujet et a fourni par l'étude d'une vingtaine de types embrassant les formes les plus caractérisées des Myriapodes, Aranéides, Phalangides et Scorpionides les bases solides d'une comparaison qui manquait entre le système nerveux de ces animaux et celui des Insectes et des Crustacés supérieurs. Il a montré par une étude approfondie, parfois d'une minutie extrême, qu'au lieu de la simplicité attribuée jusqu'ici au cerveau des Myriapodes et des Arachnides, il faut admettre une complexité parfois aussi grande que chez les types les plus élevés des Insectes et des Crustacés et que les mêmes parties s'y retrouvent avec la même signification morphologique.

C'est chez les Myriapodes, comme on pouvait le prévoir *a priori*, que le cerveau se rapproche le plus de celui des Insectes. Comme chez ces derniers, la partie sus-œsophagienne du système nerveux comprend trois ganglions déterminant trois zonites pré-buccaux :

Le premier porte les yeux et a pour masse ganglionnaire le *protocerebron*, formé de deux *lobes optiques* et deux *lobes frontaux*, siège particulier des fonctions psychiques.

Le deuxième porte les antennes et a pour ganglion le *deutocerebron*, formé des deux *lobes antennaires* présentant chacun une petite région olfactive peu différenciée.

Le troisième, qui chez les Crustacés porte les antennes externes, est ici, comme chez les Insectes, dépourvu d'appendices. Il a pour organe central le *tritocerebron* formé des deux *lobes œsophagiens* des Crustacés, plus le *ganglion stomato-gastrique* soudé ici intimement avec le cerveau. Le labre reçoit ses nerfs du tritocerebron, mais n'a pas valeur d'appendice.

Les Arachnides s'éloignent davantage du type fondamental, mais présentent une unité de plan remarquable. Partout le cerveau ne se laisse décomposer qu'en deux parties :

1° Un protocerebron du type ordinaire et ne présentant rien de particulier.

2° Un ganglion *rostro-mandibulaire*, très hétérogène, formé par la fusion de deux centres primitivement distincts, inférieurement le ganglion des chélicères, d'origine sous-œsophagienne et qui n'est venu que secondairement se souder à la masse sus-œsophagienne, et supérieurement une masse qu'on ne peut distinguer nettement de la précédente, mais qu'il faut regarder comme un rudiment de tritocerebron, car elle émet le nerf rostral qui chez tous les autres types provient de cette partie du cerveau. Le deutocerebron fait entièrement défaut et avec lui ont disparu le deuxième zonite et ses appendices, les antennes, que rien ne représente plus chez les Arachnides.

Enfin, l'auteur a pu étudier au même point de vue le cerveau du *Peripatus* qu'il a trouvé formé également de la soudure de deux parties d'origine différente, un ganglion *mandibulaire*, d'origine sous-œsophagienne, et un ganglion *céphalique* qui ne se laisse que difficilement, et même un peu hypothétiquement, résoudre en les trois parties habituelles du cerveau des Arthropodes.

Quatorze planches renfermant plus de 150 figures de sections réelles sur des cerveaux soigneusement isolés au préalable et que 10 figures d'ensemble dans le texte permettent de coordonner aisément, témoignent du labeur considérable et de la conscience avec laquelle M. Saint-Rémy a épuisé son sujet. G. PRUVOT.

Richet (Ch.), *Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.* — **Cours de Physiologie. Programme sommaire.** 1 *vol. in-12. Bureaux des Revues, Paris,* 1891.

En publiant ce programme, plus détaillé que le titre l'indique, M. Ch. Richet a voulu donner à ses élèves une sorte de mémento de son cours. Mais ce n'est pas seulement aux étudiants que ce petit livre rendra service. Ceux qui depuis longtemps déjà ont quitté les bancs des écoles, trouveront aussi plaisir et profit à le consulter. L'auteur y a condensé en effet, en les classant avec méthode, tous les faits principaux de la physiologie humaine, les procédés employés pour les découvrir, les lois qui s'en dégagent et les hypothèses qu'ils suscitent. Dans chaque chapitre il a eu soin d'indiquer d'une façon sommaire, mais très nette, l'ordre historique des découvertes, le sens des progrès réalisés et les lacunes de la science actuelle. A l'intérêt de ces documents s'ajoute celui d'une bibliographie bien comprise. Un auteur médiocrement érudit eût été tenté de la faire abondante. M. Richet s'est surtout efforcé de la choisir : pour chaque question il l'a réduite aux pages qui s'y rapportent d'une manière spéciale dans trois ou quatre livres ou articles de nos grands dictionnaires. Les étudiants qui s'y réfèreront acquierront ainsi une connaissance très solide de toute la physiologie contemporaine.

Bien qu'écrit dans le style laconique d'un programme, le livre de M. Richet systématise les faits et les idées avec une telle clarté qu'on peut le lire comme un ouvrage didactique, à moins d'être absolument ignorant en la matière. Cette qualité le recommande aussi à ceux qui tiennent à ne point oublier. L. O.

4° Sciences médicales.

Harley (Georges). — **Traité des maladies du foie** *traduit de l'anglais et augmenté d'un Mémoire sur l'intervention chirurgicale dans les maladies des voies biliaires, par* Paul RODET. *Paris, Georges Carré,* 1890.

Œuvre personnelle, ce traité est le contre-pied des monographies classiques qui doivent contenir une étude complète de chacune des affections hépatiques. Certaines questions sont à peine esquissées, d'autres, au contraire, sont décrites avec les plus grands détails, telle par exemple, celle, si importante, de l'ictère, qui occupe toute la seconde partie de l'ouvrage; son étiologie, sa pathogénie, ses rapports avec les divers états morbides, dans lesquels on l'observe, sont très complètement étudiés. De nombreuses observations personnelles, des recherches de laboratoire suivies rendent cette partie de l'ouvrage particulièrement intéressante.

Le mémoire dû à M. Rodet, qui a trait à l'intervention chirurgicale dans les maladies des voies biliaires, présente des qualités inverses. A une époque où ces interventions chirurgicales n'ont encore été faites qu'en petit nombre, il faut pour se faire une opinion, rassembler tous les cas publiés. A ce point de vue nous devons adresser des remerciements à l'auteur, car il a réuni sous une forme assez concise la presque totalité des observations publiées jusqu'en 1887, si bien que l'on peut se faire une idée assez nette de la cholécystotomie et de la cholécytectomie par la seule lecture de son travail. Dr HENRI HARTMANN.

Fournier (Alfred). — *Professeur à la Faculté de Médecine.* — **Syphilis et Mariage.** *Paris, G. Masson,* 1890.

Dans le cours de cette année, M. A. Fournier a publié la deuxième édition de son livre *Syphilis et Mariage*; dix nouvelles années d'observations n'out fait que confirmer en tous points les doctrines émises dans la première édition par le savant professeur de la Faculté de Paris. A un moment où l'on s'occupe activement de rechercher les causes du faible accroissement de la population en France et les moyens d'y remédier, il est utile d'étudier quel est, en l'espèce, le rôle de la syphilis. *Syphilis et Mariage* fournit à ce propos des documents abondants, dont on jugera la valeur quand on saura qu'un père syphilitique n'engendre qu'un enfant viable sur quatre, soit une mortalité de 25 0/0, que cette mortalité s'élève à 71 0/0 lorsque les deux conjoints sont contaminés. Mais, d'autre part, le syphilitique dont la maladie est éteinte, n'est plus dangereux : il peut engendrer des enfants parfaitement sains; il était donc d'une extrême importance de définir les conditions auxquelles devait répondre un syphilitique pour que sa syphilis pût être considérée comme éteinte, pour qu'il fût admissible au mariage. Ces conditions, le professeur Fournier les a formulées magistralement sous forme de lois portant sur l'âge de la syphilis (au moins 4 ans), les caractères de son évolution, le traitement à suivre, etc.; elles forment un véritable code dont doit profondément se pénétrer tout médecin soucieux du rôle élevé qu'il est appelé à remplir, et c'est ainsi que *Syphilis et Mariage* n'est pas seulement une œuvre médicale d'une grande utilité, mais encore une œuvre de sociologie des plus élevées.

Dr Ed. DE LAVARENNE.

Tripier (R.). *Professeur à la Faculté de Médecine de Lyon.* — **Note sur un fait contribuant à établir l'existence de l'endocardite tuberculeuse.** *Archives de médecine expérimentale et d'anatomie pathologique,* 1re *série, t. II,* 1890.

La tuberculose des vaisseaux (veines pulmonaires, veine cave inférieure, canal thoracique, etc.) a été signalée par plusieurs auteurs (Poafick, Hanau, Weigert, J. Arnold, Mügge, Weichselbaum); la localisation du bacille de la tuberculose sur l'endocarde est, au contraire, exceptionnelle, et l'on n'en connaît que quelques cas signalés par Rindfleisch et par Cornil et Babes. A ce titre, l'examen histologique d'une endocardite aiguë tuberculeuse faite par M. Tripier présente un très grand intérêt.

A l'autopsie d'un jeune sujet atteint de tuberculose miliaire généralisée, l'auteur a trouvé, au niveau de la face inférieure de la valvule mitrale, un nodule tuberculeux que le microscope lui a montré parsemé de cellules géantes. La face supérieure de la valvule était le siège d'une endocardite aiguë végétante : la structure des végétations était la même que celle du nodule. Il n'a pas été possible de découvrir la présence de bacilles de Koch sur deux coupes colorées dans ce but. Si l'examen eût porté sur un plus grand nombre de coupes, il eût été peut-être positif. Mais, dans l'espèce, la constatation des cellules géantes a la valeur de celle du bacille.

Discutant la pathogénie de cette lésion, M. Tripier admet que les bacilles versés dans la circulation se sont arrêtés entre les piliers valvulaires et y ont donné lieu à la formation d'un coagulum albumino-fibrineux qui s'est organisé et infiltré de nombreuses cellules embryonnaires.

Ce cas suscite au savant professeur de Lyon quelques idées d'ordre plus général. S'appuyant sur la fréquence des lésions cardiaques chez les tuberculeux, il regarde comme étant de nature tuberculeuse certaines endocardites anciennes, avec ou sans lésions récentes, qui se présentent chez ces malades. Il pense néanmoins que ces faits ne vont pas à l'encontre de la théorie de l'antagonisme entre les maladies du cœur et la phtisie pulmonaire. Selon lui, lorsque la tuberculose est primitivement localisée à la fois dans le poumon et dans le cœur, l'une des deux affections : cardiaque ou pulmonaire, finit toujours par prendre le pas sur l'autre et par s'opposer à son développement.

Dr H. VINCENT.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 24 novembre 1890.

1° Sciences mathématiques. — M. A. **La Maestra** : Généralisation d'un théorème d'Abel. — M. **Sylvester** : Sur le rapport de la circonférence au diamètre. — M. G. **Bigourdan**. Observations de la comète Zona (15 novembre 1890) faites à l'Observatoire de Paris, (équatorial de la tour de l'Ouest). — M[lle] D. **Klumpke** : Observation de la nouvelle comète Zona (Palerme, 15 novembre 1890) faite à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Est).

2° Sciences physiques. — M. E. **Branly** en étudiant la conductibilité d'une couche mince de limaille métallique, a constaté, que la résistance d'une telle couche, variable dans chaque cas particulier, mais toujours assez grande, diminue considérablement sous l'influence des phénomènes électriques suivants : décharge électrique éclatant à une distance plus ou moins grande, passage d'un courant induit, passage d'un courant de pile très énergique. — Dans une précédente communication, M. Ch. **Fabry** avait établi la théorie de la visibilité des franges d'interférence lorsque la source éclairante est limitée, et montré que la netteté des franges est périodique ; il applique cette théorie à deux cas simples, le cas d'une ouverture rectangulaire et celui d'une fente linéaire mal réglée ; la théorie se vérifie avec tous les appareils producteurs de franges d'interférence. — En décomposant le cyanogène par la chaleur au contact d'un fragment de charbon de cornue saupoudré de cryolithe, MM. P. et L. **Schützenberger** ont obtenu une variété nouvelle de carbone ; elle est disposée en fins filaments élastiques ; oxydée suivant la méthode générale que M. Berthelot a instituée pour l'étude des types du carbone, elle a fourni des produits d'oxydation qui doivent la faire ranger à côté du graphite électrique. — M. J. **Garnier** fait ouvrir un pli cacheté déposé par lui en mai 1887 ; ce pli renferme un procédé pour obtenir un bleu analogue au bleu de colbat, au moyen du chromate de potasse, du spath fluor, et de la silice. — M. D. **Gernez** a appliqué sa méthode de la mesure du pouvoir rotatoire à la détermination de combinaisons formées par les solutions aqueuses d'acide malique avec le molybdate double de potasse et de soude et le molybdate acide de soude. — M. **Doumet-Adanson** décrit un tornado qu'il a observé à *Fourchambault* (Nièvre), le 1er octobre dernier. Le phénomène était violent, mais très localisé ; les dégâts sont compris dans un espace de 400 m. sur 200, ils ne s'étendent pas à moins de 10 m. au-dessus du sol ; la rotation avait lieu dans le sens des aiguilles d'une montre.

3° Sciences naturelles. — M. A. **Sabatier** a suivi les diverses phases de la spermatogénèse chez les Locustides, dont le spermatozoïde se signale par l'existence d'une coiffe céphalique non chromophile ; celle-ci provient de *vésicules nucléaires* qui, se formant dans le noyau en grand nombre, se fusionnent entre elles de façon à se réduire à trois ; celles-ci font hernie hors du noyau et constituent la coiffe ; dans cette émigration, elles ont perdu leur affinité pour les matières colorantes. — M. H. **Prouho** a retrouvé la *Cyclatella annelidicola* de MM. Van Beneden et Hesse ; ses observations le conduisent non seulement à rapporter cette espèce aux Bryozoaires, mais encore à la faire rentrer dans le genre *Loxosoma*. — M. **Willot** signale les eaux ammoniacales du gaz d'éclairage comme très efficaces pour la destruction de l'*Hetuadera Schachtii*, nématode parasite de la Betterave ; ses expériences ne lui permettent pas de croire que les œufs de ce parasite puissent traverser sans périr le tube digestif du mouton et par suite contaminer les fumiers. — Des essais de M. A. **Girard**, il résulte que la pomme de terre cultivée en France suivant ses indications se trouve, au point de vue de la fabrication de l'alcool, dans des conditions économiques au moins aussi avantageuses que celles où elle se trouve en Allemagne. — M. **Daubrée** a fait des expériences dans le but de déterminer si l'on peut attribuer à des gaz la formation des *cheminées* diamantifères du Cap. Celles-ci se présentent au milieu de roches dures, sous forme de forages cylindriques verticaux, disposés en ligne et comblés par des débris divers ; leur diamètre varie de 20 à 450 mètres, par conséquent est faible relativement à leur profondeur considérable. Or, en utilisant les éprouvettes manométriques à explosifs, modifiées par M. Vieille de façon à admettre un échantillon de roche à la place du manomètre à écrasement, M. Daubrée a obtenu par l'action d'explosifs plus ou moins brisants, des sillons et des tunnels qui reproduisent en petit les cheminées du Cap ; pour que, par leur passage rapide, les gaz de l'explosion déterminent des érosions de cette forme dans les diverses roches essayées, calcaire siliceux, schistes, granites, il faut que la voie leur soit indiquée par une fine perforation ou une fente préexistante ; il est probable que les cheminées du Cap se sont produites le long d'une faille. M. Daubrée propose pour ces phénomènes le nom de *diatrèmes*. — M. A. **Lacroix** : Sur une roche éruptive de l'Ariège et sur la transformation des feldspaths en wernérite.

Séance du 1er décembre 1890.

1° Sciences mathématiques. — M. A. **Mannheim** dans une note précédente avait étudié le déplacement d'un double cône sur deux directrices rectilignes. Il étudie aujourd'hui le cas du déplacement sur deux directrices en hélice, et fait voir qu'on arrive au même résultat, à savoir que le déplacement du corps peut être obtenu en liant ce corps à un cylindre dont la section droite est une spirale logarithmique. — MM. **Trepied, Rambaud** et **Renaux** : Observations de la nouvelle comète Zona faites à l'Observatoire d'Alger.

2° Sciences physiques. — M. U. **Lala** a repris expérimentalement la question, peu étudiée jusqu'ici de la compressibilité des mélanges gazeux. Ses premières expériences portent sur l'air sec et l'acide carbonique sec mélangés en proportions diverses, les pressions variant de 1 mètre à 16 mètres de mercure. A mesure que la proportion d'acide carbonique augmente, la compressibilité du mélange d'abord intermédiaire entre celle de l'air carbonique et celle de l'acide carbonique croît pour se rapprocher de celle de l'acide carbonique la dépasse, puis décroît en tendant de nouveau, nécessairement, vers celle de l'acide carbonique pur. — M. R. **Salvador Bloch** indique la méthode qu'il emploie pour étudier la réflexion et la réfraction par les corps à dispersion anormale ; elle consiste essentiellement dans l'emploi de pellicules colorées dont on fait varier l'épaisseur. — Pour différencier les taches d'arsenic des taches d'antimoine fournies par l'appareil de Marsh, M. G. **Denigés** propose d'utiliser les caractères micro-chimiques de l'arsenomolybdate d'ammoniaque. — MM. A. **Michel Lévy** et A. **Lacroix** ont déterminé les indices de réfraction principaux de l'anorthite. — M. H. **Faye** attire l'attention sur la trombe de Fourchambault, qui d'après la relation succincte de M. Doumet Adanson consti-

tuerait une variété rare de ces phénomènes. — M. Alf. **Angot** communique quelques observations faites à la Tour Eiffel sur la vitesse du vent et les mouvements verticaux de l'atmosphère enregistrés au moyen d'appareils nouveaux.

3° Sciences naturelles. — M. A. **Mallèvre** a étudié la façon dont l'acide acétique s'oxyde dans l'organisme des mammifères. Les variations du quotient respiratoire $\frac{CO^2}{O}$ qui succèdent à l'injection d'acétate de soude dans les veines de l'animal en expérience, montre que la très grande partie de cet acide est rapidement oxydé et qu'une fraction seulement de la partie brûlée épargne des quantités isodynames d'aliments ternaires. M. **René Drouin** dose l'alcaliñité du sang, au moyen de la phtaléine du phénol, sur une très petite quantité de sang, grâce a un procédé qu'il n'indique pas. Appliqué à la série animale, ce procédé montre que d'une façon générale, l'alcalinité du sang croît comme l'activité des échanges respiratoires. — M. **Et. Jourdan** a observé, dans la trompe des Glycères (Annélides) immédiatement au-dessous de la cuticule, une couche fibrillaire avec noyaux, comparable à la névroglie mais qui doit suivant l'auteur être rapporté à l'épithilium. — M. **H. Viallanes** décrit la structure microscopique des centres nerveux du Limule. — M. **R. Moniez** a trouvé une nouvelle espèce de *Nematobothium* parasité des thons ; cette espèce est polymorphe, certaines formes vivant libres ou semi-libres dans les cavités digestives, les autres enkystées à deux dans les branchies. De l'ensemble des caractères, l'auteur conclut que ce genre doit être rapporté aux Trématodes. — On connaissait aux Echinodermes deux systèmes nerveux, l'un ambulacaire ou superficiel partant de la face orale, l'autre proche du premier, mais interne ou profond. M. **Cuénot** a reconnu chez les Astéries l'existence d'un troisième système, bien développé à la face aborale, où il tapisse les faisceaux musculaires péritonéaux; ce système *entérocœlien* existe aussi chez les Oursins et les Ophiures. On doit le considérer comme l'analogue du système nerveux des Crinoïdes. — M. **J. Demoor** a observé les mouvements de locomotion chez les arthropodes et décrit les divers types de marche qu'il a pu reconnaître. — M. **E. Bastit** a étudié comparativement l'influence de la lumière et de la pesanteur sur la direction de la ttge des mousses. De ses expériences faites soit dans l'air soit dans l'eau il résulte que la tige des Mousses (*Polytrichum*) est douée d'un faible géotropisme négatif, et d'un hiélotropisme positif beaucoup plus puissant, de sorte qu'en résultante, la tige se dirige toujours vers la lumière. — M. **L.-J. Léger**, a reconnu chez les Fumariacées l'existence d'un système de laticifères bien développé, contenant un latex limpide rouge. — M. **G. de Saporta** décrit de nouvelles flores fossiles observées en Portugal, et marquant le passage entre les systèmes jurassique et infacrétacé. — M. **J. Seunes** signale la présence de Rudistes dans la couche à *Orbitolines* des Basses-Pyrénées, qu'il avait attribuée au Cénomanien ; la découverte de ces fossiles confirme cette attribution.

L. Lapicque.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 25 novembre 1890.

M. **Périer** est élu membre titulaire dans la section de chirurgie.

Séance du 2 décembre 1890.

MM, **Terrillon et Chaput** présentent l'observation d'une malade sur laquelle ils ont pratiqué l'anastomose de l'S iliaque et de l'intestin grêle pour un anus contre nature ombilical consécutif à une hernie étranglée et gangrenée. Succès opératoire, selles normales chaque jour. — M. **Henrot** (de Reims) communique le cas d'un enfant nouveau-né allaité par sa mère qui présenta pendant 15 mois, à la vulve et à la partie supérieure de la cuisse droite, une éruption herpétiforme correspondant à la date des époques menstruelles chez la mère. Toxémie cataméniale héréditaire. — M. **Hallopeau** fait une communication sur un cas de cocaïnisme aigu survenu après injection de huit milligrammes. Les accidents observés, surtout chez les sujets nerveux, consistent en une céphalalgie persistante, profond malaise, insomnie, engourdissement des membres, défaillance, vertiges, prostration mêlée à de l'excitation cérébrale avec loquacité et agitation; ils peuvent parfois se prolonger même pendant plusieurs mois. — M. **L. Collin**, à propos de la dépopulation de la France, reclame l'assainissement des villes, l'alimentation en eau pure, la revaccination obligatoire. Celle-ci a déjà affranchi l'armée de la variole. Les cas de typhoïde observés dans l'armée sont dus à la mauvaise alimentation d'eau, à l'insalubrité des villes où sont les casernements.

Dr Ed. de Lavarenne.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 6 novembre 1890

M. **Féré**, enregistrant les mouvements de la langue chez les bègues, a constaté une faiblesse et une lenteur extraordinaire dans ces mouvements. Il a pu, dans un cas, obtenir une amélioration considérable au moyen d'une gymnastique nullement phonétique consistant à rouler une bille d'ivoire dans la bouche. — M. **Schmitt**, ayant constaté que le camphre jouit de propriétés vasotoniques, a recherché si parmi les combinaisons des divers camphres avec le chloral, il ne s'en trouverait pas une atténuant l'action dépressive que ce médicament exerce sur la circulation; le menthol-chloral paraît répondre à ce desideratum. — M. **Laborde** présente le cerveau du lapin pyocyanique qu'il avait montré quinze jours auparavant avec des troubles moteurs d'origine cérébrale. Il y a sur un des pédoncules cérébraux une petite hémorrhagie entourée de foyers congestifs. — M. **Fabre-Domergue** a reconnu que la prétendue bouche des *Trachelius* (Infusoires) est une dépression en fossette de la cuticule. — M. **Pouchet** a retrouvé dans des textes anciens la mention de deux échouages de cétacés qui avaient été oubliés jusqu'ici sur les catalogues spéciaux — M. **Jumelle** a étudié les échanges respiratoires des lichens; s'il est vrai qu'en été ils ne dégagent point d'oxygène, en hiver au contraire, ils en dégagent et par conséquent assimilent du carbone. C'est de leur état hygrométrique que dépend cette assimilation; elle est d'autant plus active qu'ils sont plus humides.

Séance du 29 novembre 1890

M. **J. Chatin** a constaté que l'épithélium des crêtes acoustiques du Vanneau est vascularisée. — M. **A. Nicolas** a trouvé un muscle présternal chez deux jumeaux morts peu de temps après leur naissance; la même anomalie existait chez la mère, comme on a pu s'en assurer par l'excitation électrique de la région thoracique; le muscle présternal contracté se sentait très bien à travers la peau. — MM. **Railliet** et **Lucet** décrivent des Coccidies qu'ils ont trouvées dans les villosités intestinales du chien et du putois; elles ne semblent avoir aucune influence pathologique ; ils ont trouvé des Coccidies analogues dans les fèces de deux malades atteints de diarrhée chroniqqe. — M. **Phisalix** a trouvé, vivant en parasite dans les poumons du Dauphin, une nouvelle espèce de filaire, à laquelle il donne le nom de *Filaria semi-inclusa* en raison de la particularité suivante; la moitié antérieure du parasite est pelotonnée dans un kyste qui fait le centre d'un tubercule, l'autre moitié flotte dans la bronche. — MM. **A. Mathieu** et **Rémond** communiquent les expériences de contrôle auxquelles ils ont soumis la méthode du coefficient de partage entre l'eau et l'éther, appliquée à l'analyse du suc gastrique ils ont étudié chez un sujet normal les variations de l'acidité avec les diverses phases de la digestion. — M. **L. Lapicque** précise les conditions dans lesquelles il faut faire réagir

les sulfocyanates alcalins sur le fer pour doser ce métal par son procédé colorimétrique. — M. **Chardin** présente divers échantillons de pain contenant du sang; la fermentation panaire a détruit le goût du sang.

L. Lapicque.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 5 décembre 1890.

M. **Leduc** *étudie la résistanee électrique du bismuth dans un champ magnétique.* Il y a quelques années déjà, l'auteur a montré que la résistance d'un barreau de bismuth augmente quand on vient à le soumettre à l'action d'un champ magnétique, l'unité de résistance subit alors une augmentation z liée à la valeur M du champ par une formule hyperbolique ; les coefficients de cette formule varient avec la température. M. Leduc s'est proposé de déterminer cette variation, il a, à cet effet, préparé du bismuth aussi pur que possible, et a chauffé les échantillons obtenus dans une petite étuve à double enveloppe au moyen de courants de liquides ou de vapeurs produisant des températures variant entre 10° et 160°. L'influence du magnétisme va en diminuant quand la température augmente, et si l'on représente les résultats par une courbe, on constate que cette influence paraît devoir s'annuler pour une température très voisine du point de fusion du bismuth. — M. le Commandant **Renard** fait une conférence sur *l'électrolyse industrielle de l'eau*; après avoir retracé l'historique de la question, il insiste sur la façon très défectueuse au point de vue économique dont on construit encore aujourd'hui les voltamètres ordinaires ; l'emploi de fils de platine comme électrodes est fort dispendieux; la forme de ces électrodes rend la résistance de l'auge électrolytique considérable, les éprouvettes dont on les recouvre accroissent encore cette résistance. M. Renard a cherché à supprimer ces inconvénients. Très avantageusement on remplace le platine par de la simple tôle, à condition toutefois de substituer à la solution ordinairement utilisée d'acide sulfurique, une solution alcaline ; la soude à la chaux fournit d'excellents résultats, la conductibilité est aussi grande qu'avec l'acide, l'attaque des électrodes absolument nulle, d'ailleurs la soude demeure intacte, seule l'eau distillée doit être renouvelée au fur et à mesure de sa décomposition. Pour diminuer la résistance, on prendra des électrodes de très grandes surfaces et on les séparera par une cloison poreuse se laissant aisément traverser par le courant, mais s'opposant à la réunion des gaz produits. Une simple toile d'amiante suffit, comme le démontrent plusieurs expériences répétées devant la Société, à empêcher la réunion des gaz, tandis que le courant traverse facilement cette toile imprégnée dans tous ses filaments du liquide conducteur. M. Renard a fait construire un voltamètre formé de deux cylindres de tôle concentriques, haut de $2^m,50$ environ, séparés par un sac de toile d'amiante; avec une force électro-motrice de 2 volts 7, on obtient avec ce cylindre le rendement maximum; les gaz qui se dégagent se rendent dans des gazomètres séparés, une disposition très simple permet d'éviter la dangereuse réunion des gaz dans l'intérieur du voltamètre, au cas où l'un des tubes de dégagement viendrait à s'obstruer. Les gaz obtenus sont parfaitement purs : l'hydrogène a une densité sensiblement plus faible que l'hydrogène impur préparé par les autres procédés industriels, c'est là un avantage fort appréciable pour les aéronautes ; l'oxygène produit dans une solution alcaline, est débarrassé d'ozone, les médecins pourraient ainsi l'utiliser sans inconvénient. M. Renard termine sa conférence par la description d'un projet théorique d'usine à gaz oxygène et hydrogène. les calculs qu'il a effectués prouvent que les frais de première installation seraient très minimes et que la production d'un mètre cube de gaz ($\frac{1}{3}$ de O, $\frac{2}{3}$ de H) reviendrait seulement à la somme de 0 fr. 16.

Lucien Poincaré.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance des 14 et 28 novembre 1890.

M. **Maquenne** décrit un procédé de formation des acides pyrazolcarboniques par union des aldéhydes de l'acide nitrotartique et de l'ammoniaque. Ces acides se dédoublent par la chaleur en acide carbonique et pirazols β substitués. — M. **Bidet** montre que l'altérabilité d'un grand nombre de composés aromatiques est due à la présence de corps thiophéniques. Il indique que l'aniline, la méthylaniline, la naphtylamine, etc., débarrassées de thiophène n'ont plus leurs réactions colorées habituelles. — M. **Zune** fait une communication sur l'analyse des beurres. — M. **Béhal** a retiré de l'éther benzoïque dans le dédoublement de la cocaïne par la potasse alcoolique. — M. **Nolting** présente une note sur les transpositions moléculaires des composés hydrazoïques et indique les conditions où il faut se placer pour obtenir des corps du groupe de la benzidine. — M. **Calderon**, en étudiant des taches noires sur des bijoux en or mat, y a reconnu la présence de Penicillium qu'il a pu isoler et caractériser. — MM. **Béhal** et **Choay** décrivent deux nouveaux isomères de la chloralimide. — MM. **Mourgues** et **Chapoteaut** ont retiré des graines de Persil un corps différent de l'Apiol. — M. **Ph. A. Guye** indique de nouveaux exemples confirmant sa loi de variation des pouvoirs rotatoires. — M. **Friedel** appliquant l'hypothèse du tétraèdre à la formule de Kékulé, montre que la formule de la benzine ainsi développée permet d'expliquer toutes les isoméries des composés benzéniques et rend compte de l'absence de pouvoir rotatoire dans cette série.

Séance industrielle du 3 décembre 1890.

MM. **Massignon** et **Watel** indiquent un nouveau procédé de fabrication des chromates fondé sur l'oxydation lente à l'air du chromite de calcium. — M. **Ferdinand Jean** propose un procédé d'analyse des cires qui permet d'y retrouver la paraffine, l'acide stéarique et la stéarine. Il montre ensuite les difficultés de la recherche des acides minéraux libres dans le vin, et leur importance au point de vue de la fabrication. — M. **Lindet** indique l'origine du furfurol dans les alcools commerciaux. Il fait ensuite l'étude comparée des alcools de betterave et de pomme de terre.

Dr Hanriot.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 27 novembre 1890.

1° Sciences physiques. — M. **Francis Galton** fait une communication sur les sillons du pouce et des doigts, sur leur arrangement en classes naturelles distinctes, sur la permanence des crêtes papillaires distinctes qui les déterminent, et sur la ressemblance entre ces classes et les genres ordinaires. Il a pris l'empreinte de la pulpe des doigts et du pouce d'un grand nombre de personnes. Il a constaté que les dessins formés par les crêtes papillaires sur le pouce et les doigts peuvent se ramener à dix classes principales. L'origine de ces dessins doit être attribuée à l'ongle, dont l'extrémité oblige les crêtes papillaires voisines à se recourber en arc et à laisser un intervalle entre elles et les crêtes papillaires horizontales qui se trouvent au-dessous. Cet intervalle est rempli par les enroulements divers qui constituent les dessins en question. En comparant des empreintes prises à 30 ans de distance, on a pu s'assurer de la constance des mêmes dispositions chez les mêmes personnes. Les variations des dessins, à partir de formes typiques centrales, concordent avec la loi théorique de l'erreur probable. On peut conclure de là que la sélection naturelle n'agit pas seule pour créer des genres ou les maintenir dans leur pureté. — M. **V.-H. Veley** a étudié les conditions des échanges chimiques entre l'acide nitrique et certains métaux. 1) Le cuivre, le mercure et le bismuth ne se dissolvent pas dans l'acide nitrique, employé d'ordinaire pour la préparation du bioxyde

d'azote (à la concentration de 30 0/0 environ), pourvu qu'il ne contienne pas d'acide azoteux. 2) Si ces métaux se dissolvent, la quantité de métal dissout varie proportionnellement à la quantité d'acide azoteux, pourvu que l'acide nitrique soit en grand excès. 3) Lorsque ces métaux se dissolvent, il est probable qu'il se forme d'abord un nitrite métallique en même temps que le bioxyde d'azote; l'acide nitreux est mis en liberté par l'acide nitrique en excès et se décompose au fur et à mesure. 4) L'acide nitreux est toujours le premier produit de réduction. — MM. **C.-J. Burch** et **V.-H. Veley** ont étudié les variations de la face électromotrices des piles faites de certains métaux, de platine et d'acide nitrique. 1) Lorsqu'on met dans de l'acide nitrique purifié à différents degrés de concentration du cuivre, de l'argent, du bismuth et du mercure et un couple fait avec du platine, la face électromotrice de la pile s'accroît rapidement jusqu'à ce qu'elle ait atteint une valeur constante, et dans la plupart des cas, une valeur maxima 2). La face électromotrice maxima est atteinte de suite, si on a ajouté de l'acide nitreux à l'acide nitrique. 3) Plus la température est élevée, plus l'acide est impur et concentré, plus est rapide la dissolution du métal, et par conséquent, la production d'acide nitreux, ce qui détermine une augmentation proportionnelle de la rapidité d'accroissement de la force électromotrice. 4) Si on ajoute au liquide des substances qui, comme l'urée, tendent à détruire l'acide nitreux à mesure qu'il se forme, l'accroissement de la force électromotrice devient très lent.

2° Sciences naturelles.— M. **Walter Heape**, présente une note préliminaire sur la transplantation et le développement des ovules des mammifères dans un autre utérus; il prouve qu'un ovule fécondé d'une certaine variété de lapin peut se développer complètement dans l'utérus d'une autre variété de lapin. On a pris deux ovules sur une lapine angora qui avait été fécondée trente-deux heures auparavant par un lapin de même espèce. Ils ont été déposés à l'extrémité supérieure de la trompe de Fallope d'une lapine-lièvre belge qui avait été fécondée trois heures auparavant par un mâle de même espèce. Jusqu'à l'expérience on l'avait soigneusement isolée des mâles et on peut garantir qu'elle était vierge. La lapine-lièvre belge mit bas six petits; quatre d'entre eux ressemblaient à son mâle et à elle-même, tandis que les deux autres étaient de vrais angoras, caractérisés par leur long poil soyeux et leur albinisme. Les lapins-lièvres belge ne ressemblaient en rien à leurs frères nourriciers, mais possédaient toutes les particularités propres à leur race. — M. **Frank E. Beddard** présente une note sur l'homologie entre les conduits génitaux et les néphridies chez les Oligochètes. Il a étudié le développement de l'*Acanthodrilus multiparus* (Nouvelle-Zélande). Ses recherches lui ont démontré que les orifices génitaux et une partie au moins des conduits sont des différenciations des néphridies. Ce mode de développement est conforme à l'opinion de Balfour qui dit que chez les Oligochètes la néphridie se divise en deux parties, l'une génitale et l'autre excrétoire.

Richard A. Gregory.

SOCIÉTÉ ROYALE D'ÉDIMBOURG

Séance du 1er décembre 1890.

M. le Président Sir **Douglas Maclagan** prononce un discours et déclare ouverte la première séance de la session. — Le professeur **Crum Brown** lit une notice nécrologique sur le professeur Kolbe. — Le docteur **John Gibson** présente les résultats qu'il a obtenus dans l'examen analytique de nodules de manganèse; ces rares éléments avaient été dragués par le *Challenger* dans l'Atlantique. Il a constaté la présence dans ces nodules de divers éléments, zinc, tellure, molybdène, vanadium, thallium que l'on n'avait pas encore observés. — M. **J. Y. Buchanan** lit un mémoire sur la présence du soufre dans la vase et les nodules de la mer, et sur son mode de production. A toute profondeur, le sable et la vase de la mer forment la base de l'alimentation d'une nombreuse et importante faune; en recherchant leur nourriture, les animaux absorbent et rejettent d'une façon continue de grandes quantités de cette vase. On trouve la confirmation de ce fait dans la structure coprolitique de la vase la plus fine; cette structure est rendue manifeste par une soigneuse levigation. La trituration des silicates avec de l'eau distillée seule produit, on l'a démontré, une décomposition de ces silicates; quand l'appareil de trituration est situé dans l'intérieur d'un animal, où les sécrétions organiques aussi bien que l'eau de mer humectent les subtances triturées, il paraît bien possible que les réactions puissent donner naissance à une réduction des sulfates dans l'eau. Comme les silicates qui sont broyés et partiellement décomposés contiennent du fer et du manganèse, il se produit des sulfures de fer et de manganèse qui sont rejetés par les animaux et constituent une vase plus ou moins bleuâtre. Si cette vase repose à la surface du fond de la mer, elle se trouve exposée à l'action de l'eau de mer qui contient toujours de l'oxygène en dissolution, les sulfures sont oxydés et c'est ainsi que se forme cette couche rouge brune à la surface si fréquemment observée. Si les sulfures sont en contact avec des oxydes supérieurs préexistants tels que l'oxyde $Fe^2 O^3$, il se forme un oxyde et le soufre est mis en liberté. De ces diverses considérations M. Buchanan tire la conclusion qu'il est possible de trouver du soufre libre dans toutes les vases marines; dans les vases bleuâtres, le soufre est en partie préexistant, en partie formé par la desiccation à l'air; dans les couches rougeâtres et dans les nodules de manganèse, il est entièrement préexistant. L'examen de 25 échantillons de vases et de nodules pris dans toutes les régions, confirme cette manière de voir; on obtient dans tous du soufre par dissolution dans le chloroforme. M. Buchanan a fait un grand nombre d'expériences sur la réaction produite par les sulfures de fer ou de manganèse sur les sels et les oxydes ferrugineux. Il trouve que MnS précipité agit sur les dissolutions de sels de fer exactement comme le ferait un sulfure alcalin : il les réduit complètement et les précipite à l'état de Fe S. L'action de MnS sur les dissolutions fournit d'intéressantes indications sur la nature probable des particules rouges que l'on observe si fréquemment dans les dépôts manganésifères. M. Buchanan conclut que ces oxydes hydratés de fer et de manganèse qui sont si abondants dans le sol de l'Océan, proviennent des silicates et d'autres combinaisons par la réduction des sulfures et l'oxydation subséquente par l'oxygène de l'air dissous dans l'eau de mer; de nouvelles réductions et de nouvelles oxydations pouvant ensuite se produire. — Le docteur John Murray communique une description anatomique de M. **Z. E. Beddard** de deux nouveaux genres d'Oligochètes aquatiques. — M. **John Sitken** décrit une forme portative de son compte-poussière destiné aux observations météorologiques. L'instrument a des dimensions très réduites, et sa construction est très simplifiée.

W. Peddie,
Docteur de l'Université d'Edimbourg.

ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE

Séance du 8 novembre 1890.

La séance a surtout été consacrée à la discussion des candidatures aux places vacantes. Une seule communication y a été faite après la lecture des rapports. Avant de la résumer, il ne sera pas inutile d'appeler dès à présent, au sujet de ces derniers, l'attention sur les termes excessivement élogieux dont M. Stas s'est servi en rendant compte des travaux de M. **Peterman** sur l'assimilation de l'azote atmosphérique par les végétaux. Nous aurons l'occasion d'analyser ultérieurement ce rapport qui n'a pas encore été présenté officiellement. — La communication qui a suivi a été faite par le directeur de l'Observatoire royal. Il venait d'achever

les calculs des termes périodiques du second ordre de l'aberration systématique pour la polaire, lorsqu'il a reçu les diagrammes par lesquels M. Helmert, secrétaire de l'Association géodésique internationale, a représenté les variations périodiques de latitude constatées à la fois par les Observatoires de Berlin, de Potsdam et de Prague. L'idée lui est venue, en constatant le caractère presque absolument annuel de la période, de comparer la courbe des variations produites sur l'étoile polaire par l'aberration systématique aux courbes de M. Helmert. La ressemblance est frappante. Le directeur de l'Observatoire s'est abstenu toutefois d'en tirer d'autre conclusion que celle-ci, c'est qu'il hésitera à croire *réelles* les variations de latitude constatées, aussi longtemps qu'il ne sera pas fixé sur plusieurs points encore obscurs des formules des réductions stellaires.

F. F.
Membre de l'Académie.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE BERLIN

Séance du 13 novembre 1890.

Sciences physiques. — M. Klein présente un travail de M. **Rinne** ; sur le changement des zéolithes par la chaleur. En général les molécules des cristaux se rangent sous l'influence de la chaleur d'une manière plus symétrique ; arrangement que les minerais cherchaient à obtenir avant d'être chauffés par la formation de jumeaux. Ainsi les cristaux de Desmin, d'Epistilbit, de Skolecit, paraissent rhombiques avant d'être chauffés tandis qu'après ils le sont réellement. La forme extérieure des cristaux ne change pas, mais l'examen optique des lames minces fait reconnaître qu'ils ont changé de système ; ce sont donc de véritables pseudomorphoses des minerais anhydres d'après les minerais hydratés puisque la chaleur ne fait que prendre aux cristaux leur eau d'hydratation. Ce n'est que le natrolithe qui se présente sous une forme moins symétrique (monocline) après avoir été chauffé, qu'avant l'action de la chaleur où il est rhombique. La stabilité des spécimens après la déshydradation est différente. Tels cristaux comme ceux du Desmin, de l'Epistilbit, du Natrolithe et d'autres restent assez stables et même durs, tandis que tels autres comme ceux de l'Harmatome, du Philippsit et du Chabasit se réduisent en poudre.

Dr Hans Jahn.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE BERLIN

Séance du 5 décembre 1890.

M. **Kopsel**, des ateliers de Siemens et Halske, présente deux appareils d'un intérêt purement technique. L'un est destiné à l'examen des différentes sortes de fer, l'autre est un petit électromètre pour la mesure approximative des hautes tensions. Le premier est basé sur la méthode de Weber pour la mesure de courants en unité absolue ; deux bobines placées vis-à-vis l'une de l'autre ont leurs spires en nombre égal et arrangées de telle sorte que les pôles opposés se regardent. Entre ces deux bobines se trouve une petite bobine mobile munie de deux ressorts de torsion en laiton et d'une aiguille mobile sur un cadran gradué. Si un courant d'intensité connue parcourt les deux bobines au centre desquelles on a placé ces lames de fer à examiner, on peut mesurer les coefficients d'induction magnétique de ces dernières, par les déviations que la bobine mobile subit sous leur influence. Il paraît que l'appareil qui est facile à manier, offre certains avantages pour l'examen du fer dont on veut se servir en électrotechnique. On reconnaît surtout très facilement si le magnétisme rémanent est appréciable, par la différence des valeurs pour les coefficients d'induction obtenues sur la courbe ascendante et descendante. Si le fer est bon, ces valeurs ne doivent pas être sensiblement différentes. Pour la fonte M. Kopsel a trouvé :

$K = 4.40$ (courbe descendante)
$K = 10.51$ (courbe descendante)

le magnétisme rémanent est donc très fort. Cet électromètre permet de mesurer directement l'énergie d'un courant alternant jusqu'à une tension de 2.000 volts. Il est impossible d'en donner une idée claire sans dessin. Il se compose essentiellement de deux demi-cercles, entre lesquels se meuvent deux autres demi-cercles isolés comme l'aiguille, dont le mouvement se transmet sur un index en ivoire mobile sur un cadran gradué. L'instrument est gradué empiriquement à l'aide d'une petite machine de Gramme.

Dr Hans Jahn.

SOCIÉTÉ DE PHYSIOLOGIE DE BERLIN

Séance du 31 octobre 1890.

D'après les recherches de Lichtheim, faites sur des animaux curarisés, on aurait pu oblitérer la circulation pulmonaire jusqu'aux trois quarts sans que la pression dans la grande circulation se modifiât. En se mettant dans de meilleures conditions expérimentales M. **Landgraf** est arrivé à des résultat contraires. D'après la méthode de Zad on peut mettre à nu le cœur du lapin sans ouvrir les plèvres ; M. Landgraf est parvenu encore sans ouvrir les plèvres ou déplacer le cœur, à jeter une ligature sur l'artère pulmonaire gauche, à la comprimer et à la relâcher à différentes reprises. L'effet presque immédiat de la compression est un abaissement d'à peu près la moitié de la pression sanguine dans la carotide ; le ventricule droit se distend, l'oreillette gauche pâlit, tandis que la fréquence du pouls reste la même. Après section préalable des nerfs pneumogastriques, sympathiques et dépresseurs, le même abaissement de pression se présenta. — MM. **Goldscheider** et **Gad**. Sur la sommation des excitations cutanées. Une pression limitée et rapide de la surface cutannée détermine d'abord une sensation de pression, suivie d'une sensation de douleur. Ce phénomène signalé en 1881 par Goldscheider fut étudié par les auteurs à l'aide d'excitations électriques, dont l'intensité, le nombre et la fréquence furent modifiées. Ils concluent de leurs recherches que l'excitation mécanique n'est probablement pas une excitation simple, que la sensation cutanée se transmettrait au cerveau par une voie directe et par une voie indirecte. Cette dernière aurait pour relai la substance grise de la corne grise postérieure. La sensation secondaire de douleur qui survient après une excitation mécanique serait due à une sommation des excitations dans la corne postérieure, d'où celles-ci avec un certain retard seraient transmises au cerveau.

Séance du 14 novembre 1890.

M. J. **Wolf** : Sur la cause et la signification des formes des os. — M. H. **Muntz** fait l'exposé et la critique des expériences sur le nerf laryngé supérieur du cheval.

Séance du 28 novembre 1890.

M. **Martini** : Sur une relation entre la vitesse de l'onde sanguine dans les artères et les différentes phases de la respiration. On admet généralement que la vitesse de l'onde sanguine est la même dans une série de pouls, cela n'est pas le cas et elle varie au moins avec la pression sanguine. A l'aide d'un dispositif expérimental bien contrôlé, M. Martini a étudié cette vitesse et il formule les conclusions suivantes : la vitesse de l'onde sanguine est moins grande lorsque le thorax est tenu à l'état inspiratoire qu'à l'état expiratoire : dans le premier cas elle est en moyenne 6 mètres, dans le second cas au delà de 8 mètres. La vitesse de l'onde sanguine, durant qu'on respire paisiblement, est presque aussi grande que celle à l'état d'expiration continue. Les principales variations de la vitesse de l'onde sanguine seraient ainsi déterminées par la respiration. — M. **Müllendorf** démontre le petit zootrope de Anschütz et une série de photographies instantanées, spécialement du vol de l'oiseau.

Dr J. F. Heymans.

ACADEMIE DES SCIENCES DE SAINT-PETERSBOURG

Séance du 4 novembre 1890

1° Sciences mathématiques. — M. **Lindemann**, secrétaire général de l'observatoire de Poulkowa : *sur l'erreur individuelle observée par M. Tserasky pendant la comparaison de la lumière des étoiles.* Dans une note publiée dans les *Annales de l'Observatoire de Moscou*, M. Tseraski communiquait ce fait, que durant ses observations photométriques sur deux étoiles, notoirement d'égale grandeur, il voyait toujours l'étoile située à droite moins lumineuse que celle située à gauche. La différence était d'une demi-grandeur stellaire environ. Les observations photométriques se font ordinairement à Poulkowa de telle façon que l'erreur individuelle en question ne peut pas se produire. Cependant, il était intéressant de constater si la même erreur pouvait s'observer chez un autre observateur. Aussi M. Lindermann, en se mettant dans les conditions analogues à celles où se trouvait M. Tserasky, a-t-il pu constater le même phénomène : l'étoile droite paraissait moins claire que la gauche ; seulement la différence de luminosité n'était que d'un dixième de grandeur stellaire environ. Il faut donc en conclure que l'erreur en question est commune à tous les observateurs et doit être prise en considération par tous ceux qui s'occupent des observations photométriques. Quant à l'explication du phénomène, il faut la chercher dans la prédisposition qu'a tout observateur de fixer plutôt l'étoile à droite ; l'image de l'étoile gauche tombe dans ce cas sur la rétine en dehors de l'axe visuel et paraît par conséquent plus lumineuse.

2° Sciences physiques. — M. **Khrouchtchoff** présente une note *sur les amphiboles artificielles.*

Séance du 18 novembre 1890.

Sciences mathématiques. — M. **Nurène**, astronome à l'observatoire de Pulkova : *Sur les causes d'erreur dépendantes de la température dans les lectures des indications du collimateur du cercle méridien à Pulkova.* Une série de déterminations faites dans les conditions qu'ont suivies jusqu'à présent les différents observateurs (Backlund, Struwe, Schwaz) donne des résultats identiques à ceux qu'ils ont trouvés. Mais ces mêmes déterminations, mises en œuvre d'après une méthode différente, donnent un résultat quatre ou cinq fois supérieur au premier. Aucune des hypothèses actuelles n'explique cette contradiction d'une façon satisfaisante. En examinant les tourillons des collimateurs, on y trouve de grandes inégalités qui influent sur le coefficient thermométrique ; cependant cette cause ne peut expliquer les déviations *systématiques* tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre. Reste à supposer que les fils du collimateur ne sont pas suffisamment bien fixés pour exclure l'influence du coefficient thermométrique. Sans donner une solution définitive de la question, cette note la serre déjà de très près, autant qu'il en faut pour la pratique. Les corrections peuvent être ainsi atteintes par le repolissage des tourillons, par la fixation plus soignée des fils et par la meilleure égalisation des températures extérieure et intérieure pendant les observations. — M. **Biolopolski** : *Sur la rotation de la planète Jupiter.* Cassini a été le premier à signaler l'analogie de la rotation de Jupiter et du soleil en démontrant que la vitesse à l'équateur est plus grande que sur le reste de la surface de ces deux corps célestes. L'on sait que sur le soleil les vitesses angulaires sont fonctions des latitudes héliographiques ; mais pour Jupiter les données de ce genre ont manqué jusqu'à présent. Faisant usage des observations et des dessins de Cassini, de Mershel, de Schröter, de Medler, de Lozé, de Schmidt, de Knobel, de Bredikhin de Trouvellan et de sciences propres, M. Bielopolski a pu déterminer plus de 100 vitesses angulaires pour lesquelles on connaît les latitudes « jovigraphiques » correspondantes. Parmi ces vitesses il y en a deux qui prédominent : la vitesse de 9 heures 51 minutes et celle de 9 heures 55,5 minutes (en chiffres ronds). La première se trouve presque exclusivement dans la zone de 0° à 5° (dans les deux hémisphères) ; la seconde, suit tout le reste de la surface de la planète, sauf la zone entre 5° et 10° où les deux vitesses semblent être aussi fréquentes l'une que l'autre. On doit donc en conclure que sauf une zone étroite de 10° de deux côtés de l'équateur la surface de Jupiter se meut avec la même vitesse, égale partout, de 9 heures 55,5 minutes. Les dessins de Jupiter faits l'année passée par Killer à l'aide d'un réfracteur de l'observatoire de *Lick* confirment ces conclusions. Quant à l'explication du fait il faut la chercher dans la chaleur que la planète reçoit du soleil, plutôt que dans les phénomènes intenses comme on l'avait pensé jusqu'à présent. Sur la terre la direction des vents alizés est peu déviée des cercles parallèles dans la zone équatoriale au-dessus de l'océan ; les nuages épais qui se forment surtout dans les couches inférieures de l'atmosphère donneraient ainsi à un observateur placé sur Jupiter l'illusion de la rotation plus lente à l'équateur qu'ailleurs. En supposant la formation de nuages semblables dans les couches des vents anti-alizés, on aurait un tableau en tout points analogue à celui que l'on observe dans la rotation de Jupiter.

O. Backlund,
Membre de l'Académie.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 13 novembre 1890.

1° Sciences mathematiques. — M. **Fr. Mertens** : *Sur une proposition d'algèbre supérieure.* Le mémoire renferme une démonstration simple d'une proposition d'Abel sur l'équation binome $x^p - A = 0$. Si p est un nombre premier, l'équation est réductible quand A est une puissance $p^{\text{ième}}$. — M. **Edouard Mahler** : *Remarques sur le calendrier égyptien.* L'auteur envoie une lettre de M. Brugche de Berlin qui lui communique un fragment d'inscription remontant à l'époque d'Osorkon Ier ; cette inscription renferme les dates d'avènement d'une série de rois appartenant à la XXIIe dynastie. On peut conclure des renseignements qu'elle renferme, qu'en dehors de l'année civile de 365 jours il y avait un calendrier correspondant à une durée de 3 ans, 3 mois et 17 jours (1202 jours) ; ce document dont l'authenticité paraît induscutable est une des plus précieuses acquisitions de l'Egyptologie ; il apporte à l'histoire de l'astronomie un résultat entièrement nouveau.

2° Sciences naturelles. — M. **A. Adamkiewicz** : *Sur certaines maladies cérébrales et leur traitement suivant les symptômes.* — M. **Froschauer** : *Sur les substances cristalloïdes qui procurent à l'individu l'immunité contre les maladies infectieuses.* — M. **Richard V. Wettstein** : *Sur la flore fossile dans les dépôts interglacaires.* Dès l'année 1888 l'auteur a établi dans un mémoire intitulé : *Rhododendron* L. *Pontium fossile dans les Alpes du Nord*, que les restes de plantes que l'on rencontre dans les dépôts interglacaires sont identiques au Rhododendron Pontium actuel. A cause de l'importance qu'a cette constatation pour l'histoire des plantes et particulièrement de celle de l'Europe centrale, il a repris des recherches sur ce sujet. Ce n'est pas seulement le Rhododendron pontium que l'on rencontre dans la flore fossile, mais plus d'une trentaine de plantes ont pu être recueillies qui sont identiques à celles qui existent encore aujourd'hui ainsi Pinus (2 espèces), Picea (1 espèce), Tarcus (1 espèce), Salix (4 espèces), Carpinus (1 espèce), Carylus (1 espèce), Fagus (1 espèce), Fragaria (1 espèce), etc., Le plus grand nombre de ces plantes se rencontre encore dans les Alpes ; quelques-unes, il est vrai, ont émigré vers des climats plus doux.

Emile Weyr,
Membre de l'Académie.

ACADÉMIE ROYALE DES LINCEI

Plusieurs membres ont déposé, avant la reprise officielle des séances de l'Académie, les communications suivantes :

1° Sciences mathématiques. — M. **Brioschi** traite du développement en série des fonctions sigma hyperelliptiques. Les travaux de M. Weierstrass avaient fait connaître les développements en série des quatre fonctions sigma elliptiques, lorsqu'en 1885 parut dans le « Journal de Mathématiques » de Berlin un Mémoire de M. Willtheiss (tome 99e) : *Ueber die partiellen differentialgleichungen* etc., dans lequel on donnait les équations différentielles du second ordre, auxquelles satisfont les fonctions théta à plusieurs arguments. M. Brioschi. à l'occasion de ce travail. a étudié le développement en série des fonctions théta à deux arguments, et publié sur ce sujet quelques notes à l'Académie. Dans la dernière, tout en touchant à la formule récurrente entre trois termes consécutifs de la série, on fait mention de la propriété invariantive de ces termes, propriété que M. Klein, presque en même temps que M. Brioschi, énonçait dans ses deux Mémoires sur les fonctions sigma hyperelliptiques. Ensuite d'autres travaux de M. Willtheis parurent dans les volumes 31, 33 des *Mathematische Annalen.* M. Brioschi se reporte aux équations différentielles du volume 33, et les transforme en substituant aux dérivées des coefficients celles des racines ; il arrive de cette manière à établir les formules générales pour le développement d'une fonction quelconque sigma à plusieurs arguments. — M **Veronese** s'est occupé, dans ses études sur les fondements de la géométrie à n dimensions, du continu rectiligne, qui serait ce continu abstrait dont les propriétés fondamentales sont données par les propriétés de la droite indépendamment de sa détermination au moyen d'une couple de points. Déjà M. Stolz avait relevé l'importance de l'axiome V d'Archimède, dans l'œuvre : *De sphœra et cylindro*, suivant lequel, deux segments rectilignes A et B étant donnés, il y a toujours un nombre n entier et fini, tel que $A \times n > B$. M. Stolz a cru que du principe du continu on pouvait déduire cette propriété. M. Veronese, au contraire, veut démontrer que la définition du continu donnée par M. Stolz implique déjà l'axiome d'Archimède ; il met en évidence la place que cet axiome occupe entre les principes du continu rectiligne, et il établit quelques propriétés importantes qui sont généralement admises comme axiomes, sans en admettre de nouvelles. — M. **Padova** a donné une extension du problème de Barré de Saint-Venant, problème qui consiste, comme on sait, dans la détermination des déplacements infinitésimaux qui, dans un solide élastique isotrope de forme prismatique, sont produits par des tensions faisant équilibre à des forces appliquées à une des bases, tandis que l'autre reste fixe. Un problème analogue peut être proposé pour des corps constitués par des fibres curvilignes; au lieu des fibres rectilignes des prismes, on cherche si et dans quels cas les fibres agissent les unes sur les autres seulement dans le sens de la longueur. M. Padova arrive aux équations différentielles dont il s'agit de trouver une solution, à l'aide des formules qu'il a données dans un autre travail sur la théorie de Maxwell dans les espaces courbes. M. Padova donne la solution de ce problème, et considère le cas où les fibres sont circulaires et les forces, appliquées à la base, sont assujetties à certaines restrictions ; il présente encore, comme application de ses formules, une solution directe du problème de Saint-Venant pour les prismes et les cylindres obliques, et il observe que de cette solution on peut déduire comme cas spécial, la solution donnée par Clebsch du problème de de Saint-Venant. — M. **Volterra** : Sur les variables complexes dans les iperespaces. — M. **Reina** : Sur quelques formules relatives à la théorie des surfaces. — M. **Loria** : Sur l'application des fonctions jacobiennes à l'étude des lignes gauches de quatrième ordre et de la première espèce. — M. **del Re** : Sur quelques groupes complets qui se trouvent dans le groupe Cremona à un nombre quelconque de variables. — M. **Nagy** : Sur la représentation graphique des quantités logiques. — M. **Di Legge** s'est occupé des erreurs personnelles dans les observations du diamètre horizontal du Soleil, exécutées à l'Observatoire du Capitole de 1874 à 1888. — M. **Giacomelli** présente une série de mesures micrométriques d'étoiles doubles, faites au même Observatoire avec l'équatorial de Merz.

2° Sciences physiques. — M. **Brucchietti**, s'est occupé de l'importante question des courants terrestres dans les mesures de ces courants. On sait que ces mesures peuvent se ranger en deux catégories, c'est-à-dire celles exécutées sur des lignes de grande longueur, comme des lignes télégraphiques, et celles faites sur des lignes courtes établies exprès. Les premières de ces mesures, sans être parfaites, ont l'avantage de donner pour la force électro-motrice des valeurs assez considérables, parce que celle-ci s'accroît proportionnellement à la distance entre les deux stations. Plus préférables seraient les lignes établies exprès ; mais comme elles ne dépassent généralement pas un kilomètre de longueur, la force électro-motrice de la terre n'arrive qu'à un ou deux millièmes de volt, et il est très difficile de distinguer les courants du magnétisme terrestre, de ceux dus à la différence du potentiel entre les lames métalliques plantées dans le terrain. M. Battelli avait cru pouvoir exclure cette cause d'erreur, se servant de grandes lames en bois couvertes d'une feuille d'étain, dont la différence de potentiel aurait été si petite et constante qu'on pouvait la négliger. M. Brucchietti a reconnu que cela n'était pas vrai ; il a exécuté des expériences. dans un jardin et dans le laboratoire, sur des lames en feuille d'étain plantées dans la terre, et il a vu que, en multipliant les observations, la force électro-motrice des lames, au lieu d'être constante, présente des variations d'un jour à l'autre, et même dans un seul jour. Des électrodes en feuille d'étain ne peuvent donc servir à la mesure des courants terrestres que sur des lignes qui ont au moins une centaine de kilomètres de longueur. — M. **Montemartini** a déterminé la vélocité d'altération des solutions aqueuses d'acide nitreux, lorsqu'elles se changent en solutions d'acide nitrique. Pour cette recherche, que M. Montemartini croit avoir été exécuté pour la première fois, on mettait du nitrite d'argent dans l'eau distillée, et on y ajoutait une solution titrée d'acide chlorhydrique en quantité suffisante pour précipiter l'argent. On filtrait le liquide, et l'on obtenait ainsi une solution d'acide nitreux, que l'on mettait dans des flacons, et dont l'acidité était déterminée à divers instants à l'aide d'une solution titrée de permanganate de potasse. M. Montemartini établit, d'après les résultats obtenus, que la décomposition de l'acide nitreux dans ces conditions donne une réaction du premier ordre, qui peut se représenter par l'équation : $3HNO_2 = 2NO + HNO_3 + H_2O$; ce qui conduit à admettre que la décomposition de l'acide nitreux en solution aqueuse est une véritable dissociation, et que comme telle elle dépend de la tension de l'oxyde d'azote qui se trouve au-dessus du liquide. Tandis que les solutions aqueuses d'acide nitreux sont très instables, des solutions faites avec des sels du même acide se conservent sans altération pendant longtemps. — M. **Guglielmo** a donné la description d'un électromètre à cadran, dont la sensibilité est beaucoup augmentée, en superposant plusieurs plaques argentées, et en faisant usage d'une aiguille composée, c'est-à-dire formée par des lames minces en aluminium, suspendues à un même axe, et placées chacune dans l'espace que l'on a ménagé entre les plaques de l'électromètre. Dans une autre note, M. Guglielmo décrit une disposition qui permet, lorsqu'on n'a pas à sa disposition un spectroscope à plusieurs prismes, d'obtenir une grande dispersion en faisant passer, à l'aide de deux miroirs, les rayons lumineux plusieurs fois par le même prisme. — L'iodure de triéthylsulfure $(C_2H_5)_3SI$ résulte de

l'addition du sulfure d'éthyle $(C_2H_5)_2S$ et de l'iodure d'éthyle C_2H_5I. MM. **Nasini** et **Costa** ont étudié le pouvoir de réfraction de solutions alcooliques d'égale concentration d'iodure de triéthylsufure et d'un mélange équimoléculaire de ces deux composants. Ils ont trouvé que le pouvoir de réfraction du composé est extraordinairement plus élevé que la somme des pouvoirs de réfraction des composants. C'est un fait de grande importance, parce que la réfraction est en général une propriété de caractère additionnel, et dans ce cas très simple d'un composé que jusqu'ici on considérait comme une combinaison moléculaire, on pouvait s'attendre que la règle de l'addition se serait vérifiée avec toute exactitude. On a encore reconnu que dans la formation de l'iodure de triéthylsolfine il se produit une condensation considérable. — Dans une autre note, MM. **Costa** et **Nasini** exposent les résultats de leurs recherches sur le pouvoir de réfraction de l'iodure, du chlorure et de l'hydrate de triéthysolfine : de l'iodure en solution aqueuse, alcoolique et acétique, et des deux autres en solution aqueuse. Dans l'iodure, la réfraction atomique est très élevée ; elle est moindre dans le chlorure, et plus faible encore dans l'hydrate, où elle se montre égale à celle du soufre dans le sulfure d'éthyle. Les auteurs croient que dans les composés contentant du soufre, l'oxygène, lorsqu'il y est, produit toujours une réduction dans le pouvoir de réfraction.

3° Sciences naturelles. — M. **Grandis** a entrepris d'étudier l'action de la glycérine sur l'albumine ; question importante pour la chimie biologique qui cherche à déterminer de quelle manière la molécule complexe de l'albumine peut se décomposer dans les nombreux produits que l'on retrouve dans les excrétions. Il est démontré par les recherches de Grünhagen que la glycérine empêche la coagulation du sang ; d'autre part il arrive que la glycérine et l'albumine se trouvent continuellement en contact, non seulement dans les tissus, mais encore dans l'intestin, où les graisses sont saponifiées et mettent en liberté de la glycérine. M. Berthelot avait trouvé déjà que la glycérine en contact avec l'albumine, se change en sucre, mais il ne s'était pas occupé des transformations de l'albumine ; dans ses recherches M. Grandis a étudié cette seconde partie de la réaction. Il donne la description des transformations subies par l'albumine, qui se changerait en hémialbumose ; ce qui correspondrait à un premier état d'hydratation, phénomène difficile à expliquer, parce que la glycérine n'agit jamais par hydratation. Mais si l'on pense que cette dernière substance vient en même temps transformée en sucre, et que pour cette transformation la glycérine doit auparavant se convertir en acroleïne, il est possible d'attribuer à cette déshydratation initiale, la modification de l'albumine. M. Grandis a obtenu, en préparant une solution d'albumine modifiée dans l'alcool, un dépôt de paillettes brillantes, de forme rhomboïdale, dont les plus grandes sont légèrement recourbées ; elles rappellent, par leur aspect, les tablettes de la cholésterine.

Dans un autre travail, M. Grandis s'occupe de la nature des cristaux qu'il a trouvés dans le nucléole des cellules du foie. En exécutant des recherches sur des chiens, il a reconnu que ces cristaux se rencontrent dans les animaux adultes, qu'ils manquent dans les jeunes, et qu'ils augmentent avec l'âge. Isolant et analysant ces cristaux, M. Grandis a été conduit à admettre qu'ils sont formés par une substance azotée à fonction basique, qui appartient à cette catégorie de substances découvertes par Selmi dans les cadavres, par Gautier dans les produits de l'activité vitale des cellules, et que Bieger a vu se former en quantités considérables par l'action des microorganismes sur les substances organiques. En étudiant l'action physiologique de la nouvelle substance, on a reconnu qu'elle manifeste une action paralysante sur les centres nerveux, laissant intacts les nerfs et les muscles. M. Grandis croit donc qu'il s'agit d'une nouvelle base isomère de la neuridine, qui se trouve normalement cristallisée dans le nucléole des cellules hépatiques des vieux chiens, et à laquelle il donne le nom de *gerontine* (de *geronteios* : qui appartient à la vieillesse). Il n'est pas improbable que la base cristallise se combinant avec l'acide phosphorique, parce que les phosphates sont plus abondants dans les foies où se trouvent les cristaux. — Dans un travail, analysé dans cette *Revue* [1], M. Magini annonçait avoir vu dans les grandes cellules nerveuses des lobes électriques de la torpille adulte, préparées dans des liquides fixateurs, un déplacement particulier du nucléole et du carioplasme : ce qui faisait penser à une relation entre ce déplacement et l'activité dynamogène de la cellule. Or, M. **Coggi** a reconnu que si l'on examine au microscope des préparations fraîches du lobe électrique de la torpille, qui certainement a dû réagir pendant la vivisection avec des décharges, on n'aperçoit aucun déplacement du carioplasme. Mais lorsqu'on met une goutte d'alcool en contact de la préparation, on observe une contraction du carioplasme, qui prend la forme d'un croissant et entraîne le nucléole. Cette contraction se manifeste toujours dans une direction opposée à celle par où l'alcool, ou un autre liquide fixateur, commence à toucher le carioplasme. On peut observer encore ce phénomène, moins prononcé cependant, dans le plasma cellulaire.

Séance du 7 décembre 1890

1° Sciences mathématiques. — M. **Cesaro** : Sur les problèmes des probabilités quand le nombre des cas est infini. — M. **Peano** : Valeur approximative de l'aire d'un ellipsoïde. — M. **Di Legge** : Sur la grandeur apparente du diamètre du Soleil et sur ses variations.

2° Sciences physiques. — M. **Tacchini** présente le résumé de ses observations solaires, exécutées depuis le mois d'avril jusqu'à la fin de septembre de cette année. De ces observations on déduit que l'époque du minimum des taches correspond au commencement de 1890, tandis qu'à présent l'activité du soleil va en décroissant. Les résultats sont obtenus par 167 jours d'observation, qui comprennent les observations spectroscopiques ; ce dernier phénomène a très peu varié du commencement de l'année jusqu'à présent, ce qui concorde avec le retard du minimum des protubérances par rapport aux taches. On voit donc que onze années sont passées depuis le minimum précédent, ce qui représente la valeur moyenne de la période des taches. — MM. **Paterno** et **Peratoner** ont exécuté de nouvelles expériences cryoscopiques. Ils ont trouvé que les solutions d'iode dans l'iodure de potasse, et d'aniline dans l'acide chlorhydrique dilué, présentent le même point de congélation que les solutions (de KI et de HCL) employées comme dissolvants. Ces expériences confirment encore une fois directement les lois de Raoult et de van't Hoff sur le point de congélation des solutions, parce que l'abaissement du point de congélation qui dépend seulement du nombre des molécules qui se trouvent dissoutes dans l'unité de volume, est au contraire indépendante de la nature de ces molécules. — Dans une autre note MM. Paterno et Peratoner anoncent que, ayant déterminé le point de congélation des solutions aqueuses d'acide fluorhydrique, ils en ont déduit des nombres qui conduisent à la formule double $= H^2Fl^2$. Il paraît qu'en solution très diluée, la molécule double tend à se diviser en molécules simples. Les expériences confirment les résultats obtenus par M. Mallet sur la densité des vapeurs d'acide fluorhydrique à la température ambiante. — M. **Nasini** a soumis à une vérification expérimentale, se reportant aux expériences déjà exécutées par lui avec M. Bernheimer, quelques formules récemment proposées par le professeur Ketteler de Bonn, pour représenter le pouvoir de dispersion et celui de réfraction spécifique des substances. M. Nasini croit que l'on peut adopter la formule de Ketteler pour

[1] Voir page 286 de cette *Revue* (Acad. des Lincei, séance du 4 mai 1890).

la dispersion, parce qu'elle présente sur les autres formules, dont on a fait usage jusqu'ici, l'avantage d'être indépendante de la densité, et de rester suffisamment constante avec les variations de température Pour l'expression du pouvoir de réfraction spécifique et pour les autres expressions qui en dérivent, M. Nasini croit que l'application à la chimie optique en est impossible, parce que les erreurs inévitables de l'expérience, et en particulier celles qui sont causées par l'impureté des substances, rendent tout à fait illusoire l'usage des formules qui exigent l'exactitude absolue jusqu'au cinquième, chiffre décimal dans les indices de réfraction. M. Nasini est d'avis que les formules de M. Ketteler, malgré leur exactitude à l'égard physique, ne peuvent valoir que pour un échantillon donné de la substance que l'on examine; et pour cette raison il serait très dangereux d'appliquer ces formules à la chimie optique.

3° Sciences naturelles. — M. **Bordoni-Uffreduzzi** présente à l'examen de l'Académie un Mémoire où il a réuni les résultats de ses recherches sur ces Protées, considérés comme agents d'intoxication et d'infection. Il a étudié en particulier la biologie et l'action du *Proteus hominis capsulatus*, microorganisme que, le premier, il a trouvé trois fois dans les maladies de l'homme. M. Bordoni-Uffreduzzi démontre que, différant en cela des autres Protées déjà connus qui agissent comme facteurs d'intoxications, ce *Proteus hominis capsulatus* est une cause d'infection pour plusieurs espèces animales. Les caractères de l'infection sont différents pour les diverses espèces, et l'autenr s'occupe de ces différences dont il donne la description.

Ernesto Mancini.

NOUVELLES

LA VACCINATION CONTRE LE TETANOS ET LA DIPHTERIE

Les expériences dont la lymphe de M. Koch est depuis près de quinze jours l'objet dans les hôpitaux de Paris, excitent vivement la curiosité du monde médical et du public. Bien que les résultats de ces essais se soient jusqu'à présent montrés peu favorables à l'emploi du *remède secret* de M. Koch, ils semblent encore trop incomplets pour pouvoir être convenablement appréciés. Nous préférons, pour ce motif, en ajourner la discussion.

Aujourd'hui nous devons attirer l'attention des lecteurs d'une façon toute spéciale sur les recherches récentes de MM. Behring et Kitasato relatives à la production de l'immunité contre la diphtérie et le tétanos[1]. Ces savants sont parvenus à guérir les animaux inoculés avec le virus de ces maladies et à rendre réfractaires à ces infections les animaux sains. Indépendamment de ce résultat, gros de promesses pour la médecine humaine, les expériences de MM. Behring et Kitasato ont établi des faits d'un intérêt considérable, dont la portée doctrinale dépasse le sujet particulier de leurs investigations : ils ont reconnu que les humeurs de l'animal vacciné, au lieu d'être *bactéricides*, au sens rigoureux du mot, réagissent contre l'infection en *neutralisant* les substances toxiques excrétées par les microbes. « L'immunité des lapins rendus réfractaires au tétanos, repose, disent-ils, sur la propriété qu'a acquise leur sérum de rendre inoffensives les substances toxiques que produisent les bacilles du tétanos. » Les auteurs résument ainsi leurs observations à ce sujet :

1° Le sang d'un lapin réfractaire au tétanos a la propriété de détruire les toxines du tétanos ;

2° Cette propriété peut se démontrer dans le sang extravasculaire et dans le sérum qui en provient débarrassé de toute cellule ;

3° Cette propriété est si durable qu'elle persiste même dans le sang d'autres animaux, de sorte qu'on est en état d'obtenir une action thérapeutique par la transfusion du sang ou plutôt du sérum.

4° Cette propriété destructive des toxines du tétanos n'appartient pas au sang d'animaux qui ne sont pas réfractaires au tétanos; quand on a incorporé le poison tétanigène à des animaux non réfractaires, on peut le retrouver après la mort dans le sang et les autres humeurs.

De ces faits et de ceux que l'on connaissait déjà il semble résulter que l'organisme animal dispose de deux moyens de défense contre les infections microbiennes : la *phagocytose* qui, lorsqu'elle s'exerce, s'attaque aux microbes eux-mêmes, et l'*état neutralisant des humeurs*, qui, — naturel à l'économie ou acquis par vaccination, — tend à détruire les excrétions toxiques des parasites.

Louis Olivier.

[1] Le mémoire de MM. Behring et Kitasato a paru dans la *Deutsche Medicinische Wochenschrift* du 4 décembre dernier.

La Société Chimique de Paris va reprendre la série de ses conférences hivernales. Cette série sera inaugurée le 20 décembre 1890 par M. Sarrau, membre de l'Académie des Sciences, qui traitera de la *Continuité des états gazeux et liquide*. Sa conférence aura lieu à 8 heures et demie précises dans la grande salle de la Société d'Encouragement, 44, rue de Rennes.

A la dernière séance de l'Académie des Sciences (8 Décembre), la Section de Minéralogie a présenté pour succéder à M. Hébert :

En 1re ligne :	M. Mallard.
En 2e ligne, *ex æquo* et par ordre alphabétique :	M. Hautefeuille. M. Michel-Lévy.
En 3e ligne, *ex æquo* et par ordre alphabétique :	M. Barrois. M. Marcel Bertrand. M. de Lapparent.
En 4e ligne, *ex æquo* et par ordre alphabétique :	M. Jannetaz. M. Stanislas Meunier.

L'élection aura lieu aujourd'hui.

Le Gérant : Octave Doin.

Paris.— Imprimerie F. Levé, rue Cassette, 17.